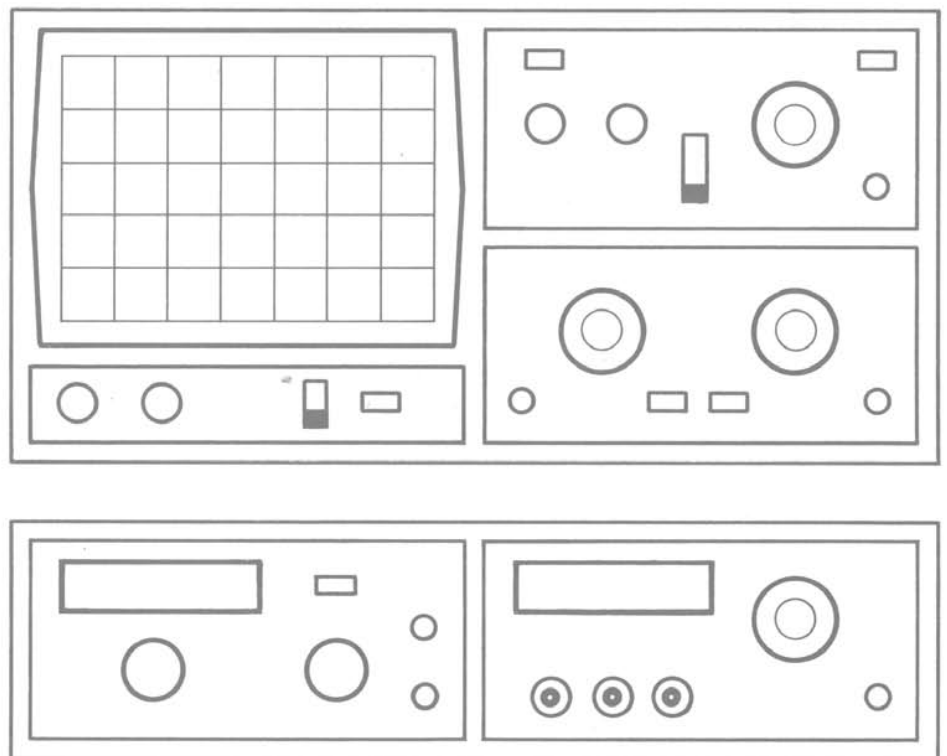


HAMEG

Instruments

MANUAL

Oscilloscope HM 203-6



Oscilloscope datasheet with technical details	P 1
--	-----

Accessories	Z 1
--------------------	-----

Operating Instructions

General Information	M 1
Use of tilt handle	M 1
Safety	M 1
Operating conditions	M 2
Guarantee	M 2
Maintenance	M 2
Switching over the mains/line voltage	M 2
Type of the signal voltage	M 3
Amplitude Measurement	M 3
Time Measurements	M 4
Connection of Test Signal	M 6
First Time Operation	M 7
Trace Rotation	M 8
DC Balance Adjustment	M 8
Probe compensation and use	M 8
1 kHz compensation	M 8
1 MHz compensation	M 8
Operating modes of the vertical amplifiers	M 9
X-Y Operation	M 9
Phase difference measurement in DUAL mode	M10
Measurement of an amplitude modulation	M10
Triggering and time base	M11
Automatic Triggering	M11
Normal Triggering, Slope	M11
Trigger coupling	M12
Line Triggering	M12
Triggering of video signals	M12
External triggering, Trigger indicator	M13
Holdoff-time adjustment	M13
Component Tester	M14
Test patterns	M17

Short instruction	K 1
--------------------------	-----

Front panel elements	
Folder with front view	K 2

Test Instructions

General	T 1
Cathode-Ray Tube: Brightness and Focus, Linearity, Raster Distortions	T 1
Astigmatism Check	T 1
Symmetry and Drift of the Vertical Amplifier	T 1
Calibration of the Vertical Amplifier	T 2
Transmission Performance (Vertical Amplifier)	T 2
Operating Modes: CH/II, DUAL, ADD, CHOP., INVERT and X-Y Operation	T 2
Triggering Checks	T 3
Timebase	T 3
Holdoff time	T 4
Component Tester	T 4
Trace Alignment	T 4
Mains/Line Voltage Checks	T 4

Oscilloscope HM 203-6

Service Instructions

General	S 1
Instrument Case Removal	S 1
Operating Voltages	S 1
Maximum and Minimum Brightness	S 1
Astigmatism control	S 2
Trigger Threshold	S 2
Trouble-Shooting the Instrument	S 2
Replacement of Components and Parts	S 2
Replacement of the Power Transformer	S 3
Adjustments	S 3

Circuit Diagrams

Wiring Diagram	D 1
Identification of electrical components	D 2
Y-Inputs, Attenuators, Preamplifier Channel I and Channel II, Component Locations EY Board	D 3
Y Intermediate Amplifier Channel I and Channel II Channel Selection, Calibrator	D 4
Component Locations XY Board	D 5
Trigger Circuit, TV Sync Separator	D 6
Component Locations TB Board	D 7
Timebase Circuit, Component Locations IF Board	D 8
Y and X Final Amplifier	D 9
CRT Circuit, Unblanking	D10
Power Supply	D11

Specification

Operating Modes

Channel I, Channel II, Channel I and II
alternate or **chopped** (chop. freq. ≈ 0.5 MHz).
sum and **difference**: $\pm$ Channel I $\pm$ Channel II
 (with invert buttons for both channels).
X-Y Mode: via Channel II and Channel I.

Vertical Deflection (Y)

Bandwidth: 2x DC to 20 MHz (-3 dB).
 Risettime: ≈ 17.5 ns. Overshoot: $\leq 1\%$.
Deflection coefficients: 12 calibrated steps
 from 5 mV/div to 20 V/div in 1-2-5 sequence,
 variable 1:2.5 to min. **2 mV/div**.
 Accuracy in calibrated position: $\pm 3\%$.
Input impedance: 1 M Ω || 30 pF.
 Input coupling: AC (-3 dB $\triangleq$ max. 2 Hz) –
 DC – GROUND.
 Input voltage: max. 400 V (DC + peak AC).

Timebase (T)

Time coefficients: 18 calibrated steps
 from 0.5 μ s/div to 0.2 s/div in 1-2-5 sequence,
 variable 1:2.5 to min. 0.2 μ s/div,
 with **X-Magnifier x 10** ($\pm 5\%$) to ≈ 20 ns/div.
 Accuracy in calibrated position: $\pm 3\%$.
 Hold-off-time: variable control $\approx 10:1$.
Trigger system: Automatic (≥ 10 Hz) or Normal
 with level control. **LED indication** for trig. action.
 Bandwidth: **DC to 40 MHz** ≥ 0.5 div, ext. ≥ 0.25 V.
 Slope: positive or negative.
 Sources: Ch. I, Ch. II, line, external.
 Coupling: **AC** (≥ 10 Hz), **DC**, **LF** (DC to ≤ 1 kHz),
HF (≥ 1.5 kHz to 40 MHz).
Active TV-Sync-Separator for line and frame.

Horizontal Deflection (X)

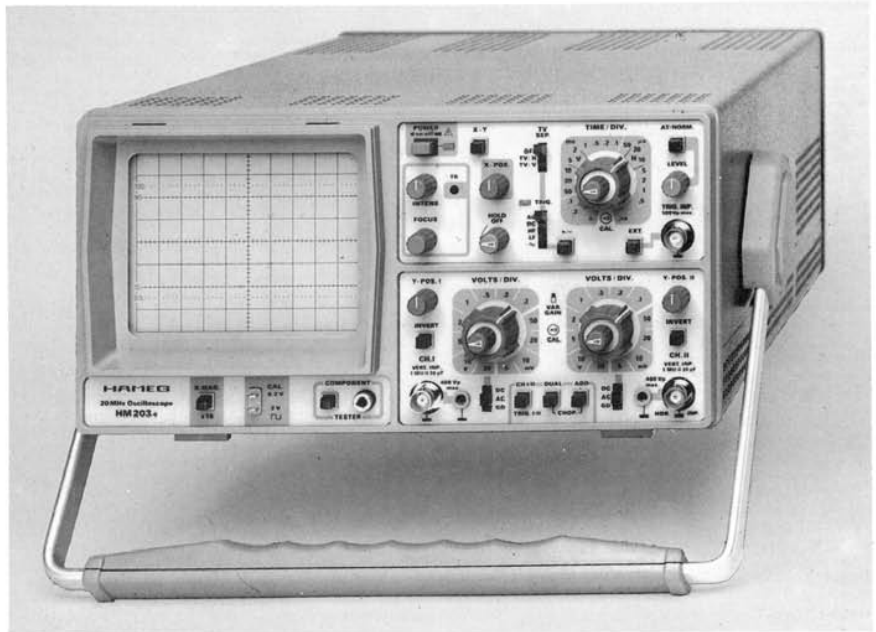
Bandwidth: DC to 2.5 MHz (-3 dB).
 Input via Ch. II (see Vertical Deflection spec.).
X-Y phase shift: $< 3^\circ$ up to 120 kHz.

Component Tester

Test voltage: max. 8.5 V_{rms} (open circuit).
Test current: max. 24 mA_{rms} (shorted).
Test frequency: 50 - 60 Hz (line frequency).
 Test connection: 2 banana jacks 4 mm $\varnothing$.
 One test lead is grounded (Safety Earth).

General Information

Cathode-ray tube: D14-364 P43/123, **8x10 cm**,
 rectangular screen, internal graticule,
 quick heating, **complete Mu-metal shielding**.
 Acceleration voltage: 2000 V.
Trace rotation: adjustable on front panel.
Calibrator: square-wave generator ≈ 1 kHz for
 probe compensation. Output: 0.2 V + 2 V $\pm 1\%$.
Line voltages: 110, 125, 220, 240 V ~.
 Permissible line fluctuation: $\pm 10\%$.
 Line frequency range: **50 to 60 Hz**.
 Power consumption: approx. **40 Watt**.
Protective system: Safety Class I (IEC 348).
 Weight: approx. 7.5 kg. Color: techno-brown.
 Cabinet (mm): **W** 285, **H** 145, **D** 380.
 Lockable tilt handle.
 Subject to change without notice.
 Printed in West Germany 7/86



20 MHz Standard Oscilloscope

Y: 2 channels, DC-20 MHz, max. sensitivity 2 mV/div;
X: 0.2 s - 20 ns/div incl. x 10 magnification. Component Tester.
 Triggering DC up to 40 MHz; active TV-Sync-Separator.

The **HM 203** series is **Western Europe's best selling oscilloscope**. Both vertical amplifiers incorporate **variable gain controls** and maximum input sensitivity is **2 mV/div** over the full bandwidth of the oscilloscope. A further feature permits display of the **sum and difference** of two signals.

Triggering facilities have also been extended. In addition to **line** and **TV** triggering, **HF** and **DC triggering** is possible. The HM 203-6 will **trigger** reliably with a 0.5 div display height up to at least **40 MHz**. Using the manual level control combined with the variable hold-off control, even relatively complex signals can be stably triggered. The time resolution has now been increased to max. **20 ns/div**, including **x10 magnification**.

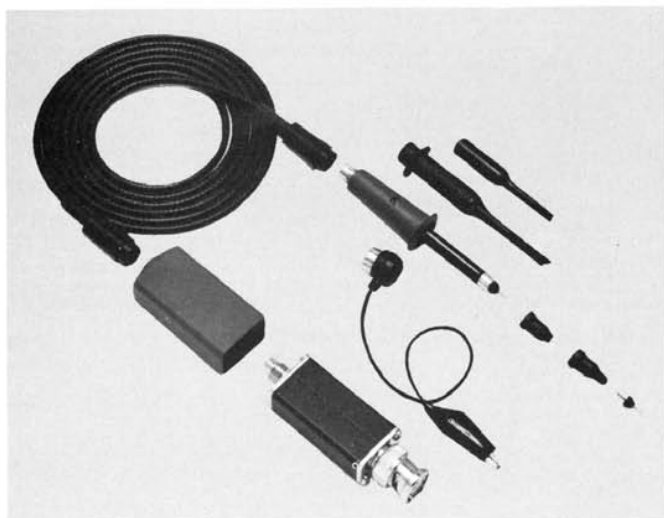
An 8x10 cm **internal graticule** permits **parallax-free viewing** over a wide angle. The effect of the earth's magnetic field upon horizontal trace position can be compensated for, externally, with a **trace rotation** control.

The **HM 203-6** has a built-in **Component Tester**, which is particularly useful in maintenance and service work. Among other applications, this device enables rapid **in-circuit testing** of semiconductors. Test voltage and current are rated so that normal semiconductors or other components cannot be damaged. **Test results are displayed on the scope screen**.

The **HM 203-6** was designed for **general purpose applications** in industry and service. Its many operating modes, front panel layout, and **ease of operation** also make it an ideal oscilloscope for training engineers and technicians.

Accessories optional

Probes: 1X, 10X, 10X(HF), 100X, 1X/10X (switchable); demodulating probe; test cables BNC-BNC and banana-BNC; 50 Ω BNC feed-through termination; viewing hood; carrying case; etc.



Modular Probes

The clear advantage over ordinary probes are field replaceable parts and the HF-compensation feature on the 10:1 attenuator probes. For the first time, probes in this price range allow adjustments of their HF-characteristics to match individually the input impedance of each scope. This is particularly important for scopes with higher bandwidths (>50MHz), as otherwise strong overshoot or rounding may occur, when measuring fast-rising square waves. An exact HF-compensation, however, is only possible with square-wave generators having a risetime <5ns. Most HAMEG scopes already feature such a calibration generator. For other oscilloscopes, it is available as accessory item HZ60. At present the following Modular Probes are available:

Type	HZ50	HZ51	HZ52	HZ53	HZ54 selectable
Attenuation Ratio	1:1	10:1	10:1 (HF)	100:1	1:1 / 10:1
Bandwidth min. (MHz)	30	150	250	150	10 / 150
Risetime (ns)	11	<2	<1.4	<2	35/<2
Inp. Capacitance (pF)	45	16	16	6.5	40/18
Inp. Resistance (MΩ)	1	10	10	100	1/10
Inp. Voltage max. (V _p)	600	600	600	1200	600
Cable Length (m)	1.2	1.2	1.5	1.5	1.2

Demodulator Probe

HZ55

Special probe for AM-demodulation and wobbulator measurements. HF-Bandwidth 100kHz - 500MHz (±1dB). AC Input Voltage 250mV - 50V_{rms}. DC Isolation Voltage 200V DC including peak AC. Cable length 1.2m.

Conventional Probes

These popular standard probes are well suited for all oscilloscopes up to 20MHz bandwidth (HZ37 only with HF adjustment facility).

Type	HZ30	HZ35	HZ36 selectable	HZ37 selectable	HZ39 selectable
Attenuation Ratio	10:1	1:1	1:1 / 10:1	1:1 / 10:1	1000:1
Bandwidth min. (MHz)	100	10	10 / 100	10 / 150	1
Risetime (ns)	3.5	35	35 / 3.5	20 / 3.2	50
Inp. Capacitance (pF)	13	47	47/13	44/13	3
Inp. Resistance (MΩ)	10	1	1/10	1/10	500
Outp. Resistance (MΩ)	1	1	1	1	1/10
Inp. Voltage (max. V _p)	600	600	600	600	15000
Cable Length (m)	1.5	1.5	1.5	1.2	1.5

Test Cable Banana—BNC

HZ32

Coaxial test cable; length 1.15 m, characteristic impedance 50Ω. Cable capacitance 120pF. Input voltage max. 500V_p.

Test Cable BNC—BNC

HZ34

Coaxial test cable; length 1.2m, characteristic impedance 50Ω. Cable capacitance 126pF. Input voltage max. 500V_p.

Adapter Banana—BNC

HZ20

Two 4mm binding posts (19mm between centers) to standard BNC male plug. Input voltage max. 500V_p.

50Ω Through-Termination

HZ22

For terminating systems with 50Ω characteristic impedance. Maximum load 2W. Max. voltage 10V_{rms}.

Carrying Cases

For HM203-1 and HM203-3	HZ42
For HM312, HM412, HM512 and HM705	HZ43
For HM307, HZ62 and HZ64	HZ44
For HM103	HZ45
For HM203-4, HM203-5, HM203-6, HM204, HM204-2, HM205, HM208 and HM605	HZ46

Viewing Hood

HZ47

For HM203, HM204, HM205, HM208, HM605, HM705, HM808 and HM312, HM412, HM512, HM812

Scope-Tester

HZ60

For Checking the Y amplifier, timebase, and compensation of all probes, the HZ60 is a crystal-controlled, fast rising (typ. 3ns) square-wave generator with switchable frequencies of 1, 10, 100kHz, and 1MHz. Three BNC outputs provide signals of 25mV_{pp} into 50Ω, 0.25V_{pp} and 2.5V_{pp} (open circuit for 10x and 100x probes); accuracy ±1%. Battery-powered or AC supply operated (optional).

Component-Tester

HZ65

Indispensable for trouble-shooting in electronic circuits. Single component and in-circuit tests are both possible. The HZ65 operates with all scopes, which can be switched to X-Y operation (ext. horizontal deflection). Non-destructive tests can be carried out on almost all semiconductors, resistors, capacitors, and coils. Two sockets provide for quick testing of the 3 junction areas in any small power transistor. Other components are connected by using 2 banana jacks. Test leads supplied.

Examples of Test Displays:

Short circuit

Capacitor 33μF

Junction E-C

Z-Diode <8V



Operating Instructions

General Information

This oscilloscope is easy to operate. The logical arrangement of the controls allows anyone to become familiar with the operation of the instrument after a short time, however, experienced users are also advised to read through these instructions so that all functions are understood.

Immediately after unpacking, the instrument should be checked for mechanical damage and loose parts in the interior. If there is transport damage, the supplier must be informed immediately. The instrument must then not be put into operation.

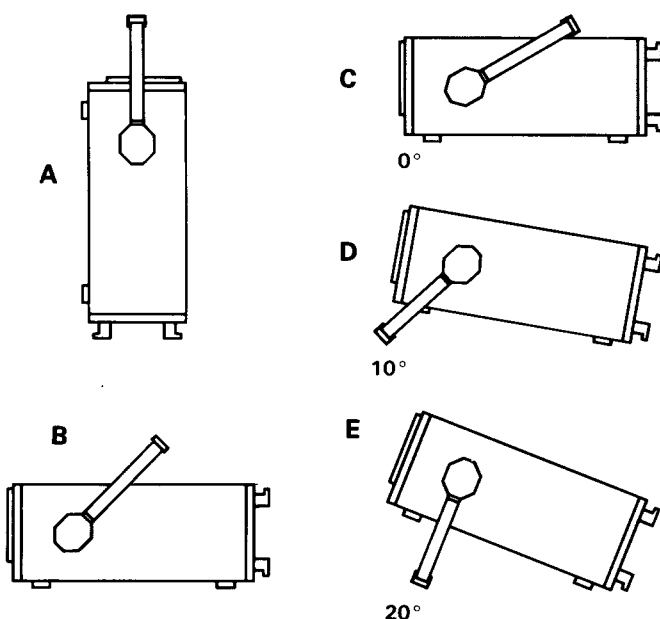
Check that the instrument is set to the correct mains/line voltage. If not, refer to instructions on page M2.

Use of tilt handle

To view the screen from the best angle, there are three different positions (C, D, E) for setting up the instrument. If the instrument is set down on the floor after being carried, the handle remains automatically in the upright carrying position (A).

In order to place the instrument onto a horizontal surface, the handle should be turned to the upper side of the oscilloscope (C). For the D position (10° inclination), the handle should be turned in the opposite direction out of the carrying position until it locks in place automatically underneath the instrument. For the E position (20° inclination), the handle should be pulled to release it from the D position and swing backwards until it locks once more.

The handle may also be set to a position for horizontal carrying by turning it to the upper side to lock in the B position. At the same time, the instrument must be moved upwards, because otherwise the handle will jump back.



Safety

This instrument has been designed and tested in accordance with **IEC Publication 348, Safety Requirements for Electronic Measuring Apparatus**, and has left the factory in a safe condition. The present instruction manual contains important information and warnings which have to be followed by the user to ensure safe operation and to retain the oscilloscope in safe condition. The case, chassis and all measuring terminals are connected to the protective earth contact of the appliance inlet. The instrument operates according to **Safety Class I** (three-conductor power cord with protective earthing conductor and a plug with earthing contact). The mains/line plug shall only be inserted in a socket outlet provided with a protective earth contact. The protective action must not be negated by the use of an extension cord without a protective conductor.

Warning! Any interruption of the protective conductor inside or outside the instrument or disconnection of the protective earth terminal is likely to make the instrument dangerous. Intentional interruption of the protective earth connection is prohibited. The mains/line plug should be inserted before connections are made to measuring circuits.

The grounded accessible metal parts (case, sockets, jacks) and the mains/line supply contacts (line, neutral) of the instrument have been tested against insulation breakdown with **2000 V r.m.s. (50 Hz)**.

Under certain conditions, 50 Hz or 60 Hz hum voltages can occur in the measuring circuit due to the interconnection with other mains/line powered equipment or instruments. This can be avoided by using an isolation transformer (Safety Class II) between the mains/line outlet and the power plug of the instrument. When displaying waveforms where the "low-level" side of the signal is at a high potential, even with the use of a protective isolation transformer, it should be noted that this potential is connected to the oscilloscope's case and other accessible metal parts. High voltages are dangerous. In this case, special safety precautions are to be taken, which must be supervised by qualified personnel if the voltage is higher than 42 V.

Most cathode-ray tubes develop X-rays. However, **the dose equivalent rate falls far below the maximum permissible value of 36 pA/kg (0.5 mR/h)**.

Whenever it is likely that protection has been impaired, the instrument shall be made inoperative and be secured against any unintended operation. The protection is likely to be impaired if, for example, the instrument

- shows visible damage,
- fails to perform the intended measurements,
- has been subjected to prolonged storage under unfavourable conditions (e.g. in the open or in moist environments),
- has been subject to severe transport stress (e.g. in poor packaging).

Operating conditions

The instrument has been designed for indoor use.

The permissible ambient temperature range during operation is $+10^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$. It may occasionally be subjected to temperatures between $+10^{\circ}\text{C}$ and -10°C without degrading its safety. The permissible ambient temperature range for storage or transportation is $-40^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$.

The maximum operating altitude is up to 2200m (non-operating 15000m). The maximum relative humidity is up to 80%.

If condensed water exists in the instrument it should be acclimatized before switching on. In some cases (e.g. extremely cold oscilloscope) two hours should be allowed before the instrument is put into operation. The instrument should be kept in a clean and dry room and must not be operated in explosive, corrosive, dusty, or moist environments. The oscilloscope can be operated in any position, but the convection cooling must not be impaired. **The ventilation holes may not be covered.** For continuous operation the instrument should be used in the horizontal position, preferably tilted upwards, resting on the tilt handle.

The specifications stating tolerances are only valid if the instrument has warmed up for 30 minutes at an ambient temperature between $+15^{\circ}\text{C}$ and $+30^{\circ}\text{C}$. Values not stating tolerances are typical for an average instrument.

Guarantee

Each instrument runs through a quality test with 10 hour burn-in before leaving the production. Practically every early failure is detected in intermittent operation by this method. However, it is possible that a component fails only after a lengthy operating period. Therefore a **functional guarantee of 2 years** is given for all units. The condition for this is that no modifications have been made in the instrument. In the case of shipments by post, rail or carrier it is recommended that the original packing is carefully preserved. Transport damages and damage due to gross negligence are not covered by the guarantee.

In the case of a complaint, a label should be attached to the housing of the instrument which describes briefly the faults observed. If at the same time the name and telephone number (dialing code and telephone or direct number or department designation) is stated for possible queries, this helps towards speeding up the processing of guarantee claims.

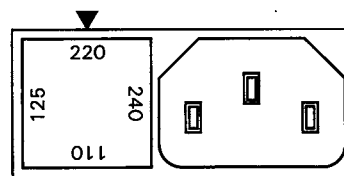
Maintenance

Various important properties of the oscilloscope should be carefully checked at certain intervals. Only in this way is it largely certain that all signals are displayed with the accuracy on which the technical data are based. The test methods described in the test plan of this manual can be performed without great expenditure on measuring instruments. However, purchase of the new HAMEG scope tester HZ 60, which despite its low price is highly suitable for tasks of this type, is very much recommended.

The exterior of the oscilloscope should be cleaned regularly with a dusting brush. Dirt which is difficult to remove on the casing and handle, the plastic and aluminium parts, can be removed with a moistened cloth (99% water + 1% mild detergent). Spirit or washing benzine (petroleum ether) can be used to remove greasy dirt. The screen may be cleaned with water or washing benzine (but not with spirit (alcohol) or solvents), it must then be wiped with a dry clean lint-free cloth. Under no circumstances may the cleaning fluid get into the instrument. The use of other cleaning agents can attack the plastic and paint surfaces.

Switching over the mains/line voltage

The instrument is set for 220 V line voltage on delivery. It can be switched over to other voltages at the fuse holder combined with the 3-pole appliance inlet at the rear of the instrument. Firstly the fuse holder printed with the voltage values is removed using a small screw driver and - if required - provided with another fuse. Refer to the table below for the prescribed value of the fuse. Then replace the fuse holder so that the impressed white triangle points to the desired voltage. Here pay attention that the cover plate is also correctly engaged. The use of repaired fuses or short circuiting the fuse holder is not allowed. Damage arising because of this is not covered by the guarantee.



Fuse type: Size **5 x 20 mm**; 250 V~, C;
IEC 127, Sheet III; DIN 41 662 (possibly DIN 41 571 sheet 3).

Cutoff: **time lag (T)**.

Line voltage

110 V ~ $\pm 10\%$
125 V ~ $\pm 10\%$
220 V ~ $\pm 10\%$
240 V ~ $\pm 10\%$

Fuse rating

T0.63 A
T0.63 A
T0.315 A
T0.315 A

Type of the signal voltage

With the HM 203-6, practically all periodically repeating signals with the frequency spectrum below 20 MHz can be examined. The display of simple electrical processes, such as sinusoidal RF and LF signals or line frequency hum voltages is straightforward. When recording square-wave or pulse-type signal voltages, it must be noted that their **harmonics** must also be transmitted. The repetition frequency of the signal must therefore be significantly smaller than the upper limit frequency of the vertical amplifier. Accurate evaluation of such signals is only possible up to approximately 2 MHz repetition frequency.

Displaying composite signals can be difficult, especially if they contain no repetitive higher amplitude content which can be used for triggering. This is the case with bursts, for instance. To obtain a well-triggered display in this case, the assistance of the variable holdoff and/or variable time control may be required.

Television video signals are relatively easy to trigger using the built-in **TV-Sync-Separator** with correct trigger slope setting.

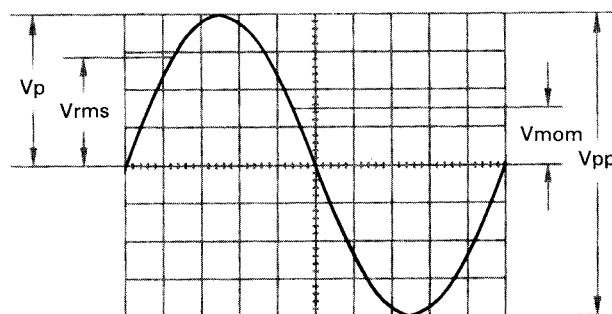
For optional operation as a DC or AC voltage amplifier, the vertical amplifier input is provided with a **DC/AC** switch. The **DC** position should only be used with a series-connected attenuator probe or at very low frequencies or if the measurement of the DC voltage content of the signal is absolutely necessary.

When displaying very low frequency pulses, the flat tops may be sloping with **AC** coupling of the vertical amplifier (**AC** limit frequency approx. 1.6 Hz for -3dB). In this case, **DC** operation is preferred, provided the signal voltage is not superimposed on a too high DC level. Otherwise a capacitor of adequate capacitance must be connected to the input of the vertical amplifier with DC coupling. This capacitor must have a sufficiently high breakdown voltage rating. **DC** coupling is also recommended for the display of logic and pulse signals, especially if the pulse duty factor changes constantly. Otherwise the display will move upwards or downwards at each change. Pure direct voltages can only be measured with **DC**-coupling.

Amplitude Measurements

In general electrical engineering, alternating voltage data normally refers to effective values (rms = root-mean-square value). However, for signal magnitudes and voltage designations in oscilloscope measurements, the peak-to-peak voltage (V_{pp}) value is applied. The latter corresponds to the real potential difference between the most positive and most negative points of a signal waveform.

If a sinusoidal waveform, displayed on the oscilloscope screen, is to be converted into an effective (rms) value, the resulting peak-to-peak value must be divided by $2 \times \sqrt{2} = 2.83$. Conversely, it should be observed that sinusoidal voltages indicated in V_{rms} (V_{eff}) have 2.83 times the potential difference in V_{pp} . The relationship between the different voltage magnitudes can be seen from the following figure.



Voltage values of a sine curve

V_{rms} = effective value; V_p = simple peak or crest value;
 V_{pp} = peak-to-peak value; V_{mom} = momentary value.

The minimum signal voltage required at the vertical amplifier input for a display of 1 cm is approximately **2mV_{pp}**. This is achieved with the attenuator control set at **5mV/cm**, its **variable control in the fully clockwise position**. However, smaller signals than this may also be displayed. The **deflection coefficients** on the input attenuators are indicated in **mV/cm** or **V/cm** (peak-to-peak value).

The magnitude of the applied voltage is ascertained by multiplying the selected deflection coefficient by the vertical display height in cm.

If an attenuator probe x 10 is used, a further multiplication by a factor of 10 is required to ascertain the correct voltage value.

For exact amplitude measurements, the variable control on the attenuator switch must be set to its calibrated detent CAL. When turning the variable control cw, the sensitivity will be increased by a factor of 2.5.

Therefore every intermediate value is possible within the 1-2-5 sequence.

With direct connection to the vertical input, **signals up to 160V_{pp}** may be displayed (attenuator set to **20V/cm**, variable control ccw).

With the designations

H = display height in cm,

U = signal voltage in **V_{pp}** at the vertical input,

D = deflection coefficient in **V/cm** at attenuator switch, the required quantity can be calculated from the two given quantities:

$$U = D \cdot H$$

$$H = \frac{U}{D}$$

$$D = \frac{U}{H}$$

However, these three values are not freely selectable. They have to be within the following limits (trigger threshold, accuracy of reading):

H between 0.5 and 8 cm, if possible 3.2 to 8 cm,

U between $2.5 V_{pp}$ and $160 V_{pp}$,

D between 5 mV/cm and 20 V/cm in 1-2-5 sequence.

Examples:

Set deflection coefficient **D** = 50 mV/cm $\triangleq$ 0.05 V/cm,
observed display height **H** = 4.6 cm,

required voltage U = $0.05 \cdot 4.6 = 0.23 V_{pp}$.

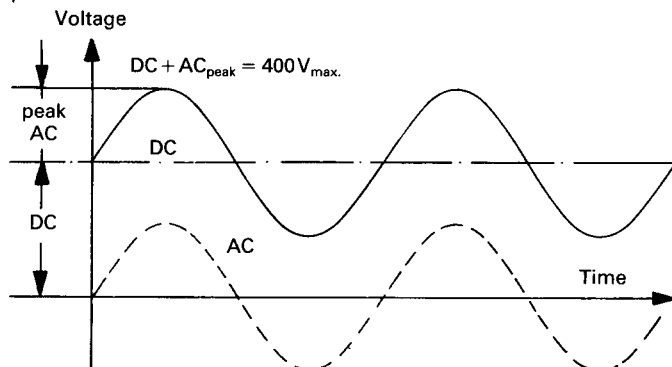
Input voltage **U** = $5 V_{pp}$,

set deflection coefficient **D** = 1 V/cm,

required display height H = $5:1 = 5 \text{ cm}$

Signal voltage $U = 220 V_{rms} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} = 622 V_{pp}$
(voltage $> 160 V_{pp}$, with probe $\times 10$: $U = 62.2 V_{pp}$),
desired display height **H** = min. 3.2 cm, max. 8 cm,
max. deflection coefficient $D = 62.2:3.2 = 19.4 \text{ V/cm}$,
min. deflection coefficient $D = 62.2:8 = 7.8 \text{ V/cm}$,
adjusted deflection coefficient D = 10 V/cm

If the applied signal is superimposed on a DC (direct voltage) level the total value (DC + peak value of the alternating voltage) of the signal across the Y-input must not exceed $\pm 400 \text{ V}$ (see figure). This same limit applies to normal $\times 10$ attenuator probes, the attenuation ratio of which allows signal voltages up to approximately $1,000 V_{pp}$ to be evaluated. Voltages of up to approximately $2,400 V_{pp}$ may be measured by using the HZ53 high voltage probe which has an attenuation ratio of 100:1. It should be noted that its AC_{peak} value is derated at higher frequencies. If a normal $\times 10$ probe is used to measure high voltages there is the risk that the compensation trimmer bridging the attenuator series resistor will break down causing damage to the input of the oscilloscope. However, if for example only the residual ripple of a high voltage is to be displayed on the oscilloscope, a normal $\times 10$ probe is sufficient. In this case, an appropriate high voltage capacitor (approx. 22-68 nF) must be connected in series with the input tip of the probe.



Total value of input voltage

The dotted line shows a voltage alternating at zero volt level. When superimposed a DC level, the addition of the positive peak and the DC voltage results in the max. voltage ($DC + AC_{peak}$).

It is very important that the oscilloscope input coupling is set to **DC**, if an attenuator probe is used for voltages higher than 400 V (see page M5: Connection of Test Signal).

With **Y-POS.** control (input coupling to **GD**) it is possible to set a horizontal graticule line as **reference line for ground potential** before the measurement. It can lie below or above the horizontal central line according to whether positive and/or negative deviations from the ground potential are to be measured. Certain switchable $\times 10/\times 1$ attenuator probes also have a built-in ground reference switch position.

Time Measurements

As a rule, most signals to be displayed are periodically repeating processes, also called periods. The number of periods per second is the repetition frequency. Depending on the time base setting of the **TIME/DIV.** switch, one or several signal periods or only a part of a period can be displayed. The time coefficients are stated in **ms/cm** and **$\mu\text{s/cm}$** on the **TIME/DIV.**-switch. The scale is accordingly divided into two fields.

The duration of a signal period or a part of it is determined by multiplying the relevant time (horizontal distance in cm) by the time coefficient set on the TIME/DIV.-switch.

The variable time control (identified with an arrow knob cap) must be in its calibrated position CAL. (arrow pointing horizontally to the left).

With the designations

L = displayed wave **length in cm** of one period,

T = **time in seconds** for one period,

F = recurrence **frequency in Hz** of the signal,

T_c = **time coefficient in s/cm** on timebase switch and

the relation **$F = 1/T$** , the following equations can be stated:

$$T = L \cdot T_c$$

$$L = \frac{T}{T_c}$$

$$T_c = \frac{T}{L}$$

$$F = \frac{1}{L \cdot T_c}$$

$$L = \frac{1}{F \cdot T_c}$$

$$T_c = \frac{1}{L \cdot F}$$

With depressed X-MAG. $\times 10$ pushbutton the T_c value must be divided by 10.

However, these four values are not freely selectable. They have to be within the following limits:

L between 0.2 and 10 cm, if possible 4 to 10 cm,

T between $0.05 \mu\text{s}$ and 2 s,

F between 0.5 Hz and 20 MHz,

T_c between $0.5 \mu\text{s/cm}$ and 0.2 s/cm in 1-2-5 sequence (with **X-MAG. $\times 10$** in out position), and

T_c between 50 ns/cm and 20 ms/cm in 1-2-5 sequence (with pushed **X-MAG. $\times 10$** pushbutton).

Examples:

Displayed wavelength $L = 7\text{ cm}$,
set time coefficient $T_c = 0.5\mu\text{s/cm}$,
required period $T = 7 \cdot 0.5 \cdot 10^{-6} = 3.5\mu\text{s}$
required rec. freq. $F = 1 : (3.5 \cdot 10^{-6}) = 286\text{ kHz}$

Signal period $T = 0.5\text{ s}$,
set time coefficient $T_c = 0.2\text{ s/cm}$,
required wavelength $L = 0.5 : 0.2 = 2.5\text{ cm}$

Displayed ripple wavelength $L = 1\text{ cm}$,
set time coefficient $T_c = 10\text{ ms/cm}$,
required ripple freq. $F = 1 : (1 \cdot 10 \cdot 10^{-3}) = 100\text{ Hz}$

TV-line frequency $F = 15\,625\text{ Hz}$,
set time coefficient $T_c = 10\mu\text{s/cm}$,
required wavelength $L = 1 : (15\,625 \cdot 10^{-5}) = 6.4\text{ cm}$

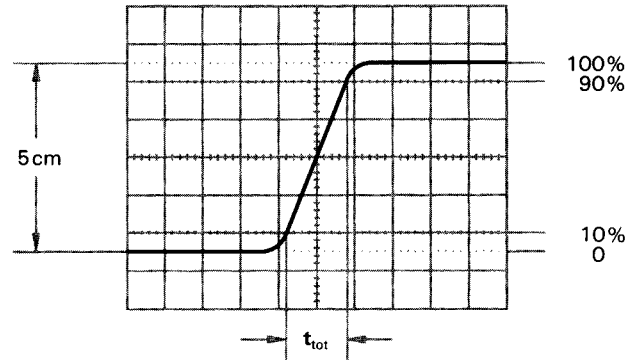
Sine wavelength $L = \text{min. } 4\text{ cm, max. } 10\text{ cm}$,
Frequency $F = 1\text{ kHz}$,
max. time coefficient $T_c = 1 : (4 \cdot 10^3) = 0.25\text{ ms/cm}$,
min. time coefficient $T_c = 1 : (10 \cdot 10^3) = 0.1\text{ ms/cm}$,
set time coefficient $T_c = 0.2\text{ ms/cm}$,
required wavelength $L = 1 : (10^3 \cdot 0.2 \cdot 10^{-3}) = 5\text{ cm}$

Displayed wavelength $L = 0.8\text{ cm}$,
set time coefficient $T_c = 0.5\mu\text{s/cm}$,
pressed X-MAG. x10 button: $T_c = 0.05\mu\text{s/cm}$,
required rec. freq. $F = 1 : (0.8 \cdot 0.05 \cdot 10^{-6}) = 25\text{ MHz}$,
required period $T = 1 : (25 \cdot 10^6) = 40\text{ ns}$

If the time is relatively short as compared with the complete signal period, an expanded time scale should always be applied (**X-MAG. x10** button pressed). In this case, the ascertained time values have to be divided by **10**. The time interval of interest can be shifted to the screen center using the **X-POS.** control.

When investigating pulse or square waveforms, the critical feature is the **risetime of the voltage step**. To ensure that transients, ramp-offs, and bandwidth limits do not unduly influence the measuring accuracy, the risetime is generally measured between **10%** and **90%** of the vertical pulse height. For peak-to-peak signal amplitude of **5cm** height, which are symmetrically adjusted to the horizontal center line, the internal graticule of the CRT has two horizontal dotted lines $\pm 2.5\text{ cm}$ from the center line. Adjust the Y attenuator switch with its variable control together with the **Y-POS.** control so that the pulse height is precisely aligned with these 0 and 100% lines. The 10% and 90% points of the signal will now coincide with the two lines, which have a distance of $\pm 2\text{ cm}$ from the horizontal center line and an additional subdivision of 0.2 cm . **The risetime is given by the product of the horizontal distance in cm between these two coincidence points and the time coefficient setting.** If magnification is used, this product must be divided by 10. The **fall time** of a pulse can also be measured by using this method.

The following figure shows correct positioning of the oscilloscope trace for accurate risetime measurement.



With a time coefficient of $0.5\mu\text{s/cm}$ and pushed **X-MAG x10** button the example shown in the above figure results in a measured total risetime of

$$t_{\text{tot}} = 1.6\text{ cm} \cdot 0.5\mu\text{s/cm} : 10 = \mathbf{80\text{ ns}}$$

When very fast risetimes are being measured, the risetimes of the oscilloscope amplifier and of the attenuator probe has to be deducted from the measured time value. The risetime of the signal can be calculated using the following formula.

$$t_r = \sqrt{t_{\text{tot}}^2 - t_{\text{osc}}^2 - t_p^2}$$

In this t_{tot} is the total measured risetime, t_{osc} is the risetime of the oscilloscope amplifier (approx. 17.5 ns), and t_p the risetime of the probe (e.g. $= 2\text{ ns}$). If t_{tot} is greater than 100 ns , then t_{tot} can be taken as the risetime of the pulse, and calculation is unnecessary.

Calculation of the example in the figure above results in a signal risetime

$$t_r = \sqrt{80^2 - 17.5^2 - 2^2} = \mathbf{78.04\text{ ns}}$$

The measurement of the rise or fall time is not limited to the trace dimensions shown in the above diagram. It is only particularly simple in this way. In principle it is possible to measure in any display position and at any signal amplitude. It is only important that the full height of the signal edge of interest is visible in its full length at not too great steepness and that the horizontal distance at 10% and 90% of the amplitude is measured. If the edge shows rounding or overshooting, the 100% should not be related to the peak values but to the mean pulse heights. Breaks or peaks (glitches) next to the edge are also not taken into account. With very severe transient distortions, the rise and fall time measurement has little sense. For amplifiers with approximately constant group delay (therefore good pulse transmission performance) the following numerical relationship between rise time t_r (in ns) and bandwidth B (in MHz) applies:

$$t_r = \frac{350}{B} \quad B = \frac{350}{t_r}$$

Connection of Test Signal

Caution: When connecting unknown signals to the oscilloscope input, always use automatic triggering and set the **DC-AC** input coupling switch to **AC**. The attenuator switch should initially be set to **20V/cm**.

Sometimes the trace will disappear after an input signal has been applied. The attenuator switch must then be turned back to the left, until the vertical signal height is only 3-8 cm. With a signal amplitude greater than $160V_{pp}$, an attenuator probe must be inserted before the oscilloscope's vertical input. If, after applying the signal, the trace is nearly blanked, the period of the signal is probably substantially longer than the set value on the **TIME/DIV.** switch. It should be turned to the left to an adequately larger time coefficient.

The signal to be displayed can be connected directly to the Y-input of the oscilloscope with a shielded test cable such as HZ 32 and HZ 34 or attenuated through a x10 or x100 attenuator probe. The use of test cables with high impedance circuits is only recommended for relatively low frequencies (up to approx. 50 kHz). For higher frequencies, the signal source must be of low impedance, i.e. matched to the characteristic resistance of the cable (as a rule 50 Ohm). Especially when transmitting square and pulse signals, a resistor equal to the characteristic impedance of the cable must also be connected across the cable directly at the Y-input of the oscilloscope. When using a 50 Ohm cable such as the HZ 34, a 50 Ohm through termination type HZ22 is available from HAMEG. When transmitting square signals with short rise times, transient phenomena on the edges and top of the signal may become visible if the correct termination is not used. A terminating resistance is sometimes recommended with sine signals as well. Certain amplifiers, generators or their attenuators maintain the nominal output voltage independent of frequency only if their connection cable is terminated with the prescribed resistance. Here it must be noted that the terminating resistor HZ 22 will only dissipate a maximum of 2 Watts. This power is reached with $10V_{rms}$ or – at $28.3V_{pp}$ with sine signal.

If a x10 or x100 attenuator probe is used, no termination is necessary. In this case, the connecting cable is matched directly to the high impedance input of the oscilloscope. When using attenuator probes, even high internal impedance sources are only slightly loaded (approx. $10M\Omega$ || 16 pF or $100M\Omega$ || 7 pF with HZ 53). Therefore, if the voltage loss due to the attenuation of the probe can be compensated by a higher amplitude setting, the probe should always be used. The series impedance of the probe provides a certain amount of protection for the input of the vertical amplifier. Because of their separate manufacture, all attenuator probes are only partially compensated, therefore

accurate compensation must be performed on the oscilloscope (see "Probe compensation" page M8).

Standard attenuator probes on the oscilloscope normally reduce its bandwidth and increase the rise time. In all cases where the oscilloscope band width must be fully utilized (e.g. for pulses with steep edges) we strongly advise using the **modular probes HZ 51** (x10) **HZ 52** (x10 HF) and **HZ 54** or **HZ 37** (x1 and x10) (see oscilloscope accessories, page Z1). This can save the purchase of an oscilloscope with larger bandwidth and has the advantage that defective components can be ordered from HAMEG and replaced by oneself. The probes mentioned have a HF-calibration in addition to low frequency calibration adjustment. Thus a group delay correction to the upper limit frequency of the oscilloscope is possible with the aid of an 1 MHz calibrator, e.g. HZ60. In fact the bandwidth and rise time of the oscilloscope are not noticeably changed with these probe types and the waveform reproduction fidelity can even be improved because the probe can be matched to the oscilloscope's individual pulse response.

If a x10 or x100 attenuator probe is used, DC input coupling must always be used at voltages above 400 V. With **AC** coupling of low frequency signals, the attenuation is no longer independent of frequency, pulses can show pulse tilts. Direct voltages are suppressed but load the oscilloscope input coupling capacitor concerned. Its voltage rating is max. 400 V (DC + peak AC). **DC** input coupling is therefore of quite special importance with a x100 attenuation probe which usually has a voltage rating of max. 1200 V (DC + peak AC). A **capacitor** of corresponding capacitance and voltage rating may be connected **in series with the attenuator** probe input for blocking DC voltage (e.g. for hum voltage measurement).

With all **attenuator probes, the maximum AC input voltage** must be **derated** with frequency usually above 20 kHz. Therefore the derating curve of the attenuator probe type concerned must be taken into account.

The selection of the ground point on the test object is important when displaying small signal voltages. It should always be as close as possible to the measuring point. If this is not done, serious signal distortion may result from spurious currents through the ground leads or chassis parts. The ground leads on attenuator probes are also particularly critical. They should be as short and thick as possible. When the attenuator probe is connected to a BNC-socket, a BNC-adaptor, which is often supplied as probe accessory, should be used. In this way ground and matching problems are eliminated.

Hum or interference appearing in the measuring circuit (especially when a small deflection coefficient is used) is possibly caused by multiple grounding because equalizing

currents can flow in the shielding of the test cables (voltage drop between the protective conductor connections, caused by external equipment connected to the mains/line, e.g. signal generators with interference protection capacitors).

First Time Operation

Check that the instrument is set to the correct mains/line voltage. (Refer to page M2).

Before applying power to the oscilloscope it is recommended that the following simple procedures are performed:

- Check that all pushbuttons are in the **out** position, i.e. released.
- Rotate the four variable controls with arrows, i.e. **TIME/DIV.** variable control, **CH.I** and **CH.II** attenuator variable controls, and **HOLD OFF** control fully counter-clockwise to their calibrated detent.
- Set all controls with marker lines to their midrange position (marker lines pointing vertically).
- The **TV SEP.** lever switch and the **TRIG.** selector lever switch in the X-field should be set to their uppermost position.
- Both **DC-AC-GD** input coupling slide switches for **CH.I** and **CH.II** in the Y-field should be set to the **GD** position.

Switch on the oscilloscope by depressing the red **POWER** pushbutton. An LED will illuminate to indicate working order. The trace, displaying one baseline, should be visible after a short warm-up period of 10 seconds. Adjust **Y-POS.I** and **X-POS.** controls to center the baseline. Adjust **INTENS.** (intensity) and **FOCUS** controls for medium brightness and optimum sharpness of the trace. The oscilloscope is now ready for use.

If only a spot appears (**CAUTION!** CRT phosphor can be damaged.), reduce the intensity immediately and check that the **X-Y** pushbutton is in the released (out) position. If the trace is not visible, check the correct positions of all knobs and switches (particularly **AT/NORM.** button in out position).

To obtain the maximum life from the cathode-ray tube, the minimum intensity setting necessary for the measurement in hand and the ambient light conditions should be used.

Particular care is required when a single spot is displayed, as a very high intensity setting may cause damage

to the fluorescent screen of the CRT. Switching the oscilloscope off and on at short intervals stresses the cathode of the CRT and should therefore be avoided.

The instrument is so designed that even incorrect operation will not cause serious damage. The pushbuttons control only minor functions, and it is recommended that before commencement of operation all pushbuttons are in the "out" position. After this the pushbuttons can be operated depending upon the mode of operation required.

The HM203-6 accepts all signals from DC (direct voltage) up to a frequency of at least 20MHz (-3dB). For sinewave voltages the upper frequency limit will be 30-35MHz.

However, in this higher frequency range the vertical display height on the screen is limited to approx. 4-5cm. The time resolution poses no problem. For example, with 25MHz and the fastest adjustable sweep rate (20 ns/cm), one cycle will be displayed every 2 cm. The tolerance on indicated values amounts to $\pm 3\%$ in both deflection directions. All values to be measured can therefore be determined relatively accurately. However, from approximately 6MHz upwards the measuring error will increase as a result of loss of gain. At 12MHz this reduction is about 10%. Thus, approximately 11% should be added to the measured voltage at this frequency. As the bandwidth of the amplifiers differ (normally between 20 and 25MHz), the measured values in the upper limit range cannot be defined exactly. Additionally, as already mentioned, for frequencies above 20MHz the dynamic range of the display height steadily decreases. The vertical amplifier is designed so that the transmission performance is not affected by its own overshoot.

Trace Rotation TR

In spite of Mumetal-shielding of the CRT, effects of the earth's magnetic field on the horizontal trace position cannot be completely avoided. This is dependent upon the orientation of the oscilloscope on the place of work. A centred trace may not align exactly with the horizontal center line of the graticule. A few degrees of misalignment can be corrected by a potentiometer accessible through an opening on the front panel marked TR.

DC Balance Adjustment

The vertical preamplifiers for **CH.I** and **CH.II** contain matched dual FETs connected as input source followers. After long periods of use the FET characteristics may change which can alter the DC balance of the vertical amplifier.

A quick check can be made on each channel by rotating the variable control knob on the attenuator switch to and fro,

clockwise and back to the calibrated detent **CAL.** If the trace moves from the vertical position (up or down) more than 1 mm, the DC balance will require readjustment. This check should be made after a 20 minute warm-up period.

Adjustment procedure

The following instructions should be performed to obtain the correct DC balance adjustment of both channels.

- Remove all input cables and adjust oscilloscope controls to display the baseline.
- Center the baseline using **Y-POS.** and **X-POS.** controls.
- Set attenuator switches to **5 mV/cm** and input coupling switches to **GD.**
- Release all pushbuttons in the Y-field.
- Place the oscilloscope so that it rests firmly on its back (up-right position) and locate DC balance adjustment potentiometer access holes — marked **CH.I DC-BALANCE** **CH.II** — which are found underneath the instrument.
- Insert a screwdriver (blade approx. 3mm, length min. 20mm) in **CH.I** hole. A plastic guide with slotted bottom is located behind the hole.
- Rotate **VOLTS/DIV.** variable control to and fro and adjust balance pot so that the baseline no longer moves up or down. When the trace remains steady, correction of **CH.I** is completed.
- Depress **CHI/II** button. Repeat adjustment procedure for **CH.II.**

Probe compensation and use

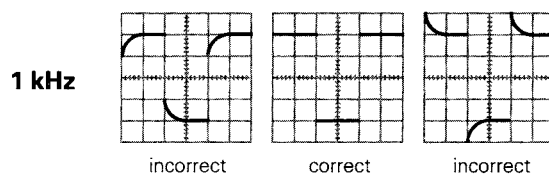
The attenuator probe must be matched exactly to the input impedance of the vertical amplifier to ensure an undistorted display of waveforms. A generator built into the HM 203-6 supplies a square wave signal for this purpose with very short rise time (<5 ns) at **1 kHz**. The square wave signal can be taken from the two eyelets beneath the screen. One output supplies **0.2V_{pp} ±1%** for x10 attenuator probes, the other **2V_{pp} ±1%** for x100 attenuator probes. These voltages correspond in each case to a screen amplitude of **4 cm** provided the input attenuator switch of the HM 203-6 is set to the deflection coefficient **5 mV/cm**.

1 kHz compensation

This trimmer adjustment compensates the capacitive loading of the oscilloscope input (approx. 30 pF for the HM 203-6). After compensation, the capacitive attenuation has the

same attenuation ratio as the ohmic divider. The same voltage attenuation then results at high and low frequencies as for direct voltage (for x1 probes or probes switches over to x1, this compensation is neither necessary nor possible). The trace line must be parallel with the horizontal graticule lines (see "Trace rotation **TR**", page M7).

Connect attenuator probe (type HZ 51, 52, 53, 54 or also HZ 36 and HZ 37) to the **CH.I** input, do not press any buttons or turn any knobs, set input coupling to **DC**, input attenuator to **5 mV/cm** and **TIME/DIV.** switch to **0.2 ms/cm** (both variable controls in calibration position **CAL.**), connect probe to the corresponding **CAL.** eyelet (x10 probe to **0.2 V** eyelet, x100 to **2 V** eyelet).



2 cycles can be seen on the screen. The compensation trimmer must now be adjusted. It is generally located in the probe itself. It is located in the x100 attenuator probe HZ53 in the small box on the BNC plug. Adjust the trimmer with the insulating screw driver provided until the tops of the square wave signal are exactly parallel to the horizontal graticule lines (see 1 kHz diagram). The signal height should then be $4 \text{ cm} \pm 1.2 \text{ mm}$ (= 3 %). The signal edges are invisible during this adjustment.

1 MHz compensation

HF adjustment is possible for the HZ37, 51, 52, and 54 probes. These possess resonance correction elements (pots in combination with coils and capacitors) with which it is possible for the first time to simply adjust the probe in the upper frequency range of the vertical amplifier.

After this compensation, not only the maximum possible bandwidth is obtained in the attenuator probe mode but also a largely constant group delay at the end of the bandwidth. In this way transient distortions (such as overshooting, rounding off, ringing, holes or humps in the pulse top) in the vicinity of the leading edge are kept to a minimum. The bandwidth of the HM 203-6 is therefore fully utilized when using the HZ37, 51, 52 and 54 probes without having to accept wave form distortions.

Prerequisite for this HF compensation is a square wave generator with short rise time (typically 4 ns) and low-impedance output (approx. 50 Ohm) which also supplies a voltage of 0.25 V or 2.5 V at a frequency of 1 MHz.

The **Scope Tester HZ60** fulfills these tasks excellently (see **Accessories**, page Z1).

currents can flow in the shielding of the test cables (voltage drop between the protective conductor connections, caused by external equipment connected to the mains/line, e.g. signal generators with interference protection capacitors).

First Time Operation

Check that the instrument is set to the correct mains/line voltage. (Refer to page M2).

Before applying power to the oscilloscope it is recommended that the following simple procedures are performed:

- Check that all pushbuttons are in the **out** position, i.e. released.
- Rotate the four variable controls with arrows, i.e. **TIME/DIV.** variable control, **CH.I** and **CH.II** attenuator variable controls, and **HOLD OFF** control fully counter-clockwise to their calibrated detent.
- Set all controls with marker lines to their midrange position (marker lines pointing vertically).
- The **TV SEP.** lever switch and the **TRIG.** selector lever switch in the X-field should be set to their uppermost position.
- Both **DC-AC-GD** input coupling slide switches for **CH.I** and **CH.II** in the Y-field should be set to the **GD** position.

Switch on the oscilloscope by depressing the red **POWER** pushbutton. An LED will illuminate to indicate working order. The trace, displaying one baseline, should be visible after a short warm-up period of 10 seconds. Adjust **Y-POS.I** and **X-POS.** controls to center the baseline. Adjust **INTENS.** (intensity) and **FOCUS** controls for medium brightness and optimum sharpness of the trace. The oscilloscope is now ready for use.

If only a spot appears (**CAUTION!** CRT phosphor can be damaged.), reduce the intensity immediately and check that the **X-Y** pushbutton is in the released (out) position. If the trace is not visible, check the correct positions of all knobs and switches (particularly **AT/NORM.** button in out position).

To obtain the maximum life from the cathode-ray tube, the minimum intensity setting necessary for the measurement in hand and the ambient light conditions should be used.

Particular care is required when a single spot is displayed, as a very high intensity setting may cause damage

to the fluorescent screen of the CRT. Switching the oscilloscope off and on at short intervals stresses the cathode of the CRT and should therefore be avoided.

The instrument is so designed that even incorrect operation will not cause serious damage. The pushbuttons control only minor functions, and it is recommended that before commencement of operation all pushbuttons are in the "out" position. After this the pushbuttons can be operated depending upon the mode of operation required.

The HM203-6 accepts all signals from DC (direct voltage) up to a frequency of at least 20MHz (-3dB). For sinewave voltages the upper frequency limit will be 30-35MHz.

However, in this higher frequency range the vertical display height on the screen is limited to approx. 4-5cm. The time resolution poses no problem. For example, with 25MHz and the fastest adjustable sweep rate (20ns/cm), one cycle will be displayed every 2cm. The tolerance on indicated values amounts to $\pm 3\%$ in both deflection directions. All values to be measured can therefore be determined relatively accurately. However, from approximately 6MHz upwards the measuring error will increase as a result of loss of gain. At 12MHz this reduction is about 10%. Thus, approximately 11% should be added to the measured voltage at this frequency. As the bandwidth of the amplifiers differ (normally between 20 and 25 MHz), the measured values in the upper limit range cannot be defined exactly. Additionally, as already mentioned, for frequencies above 20MHz the dynamic range of the display height steadily decreases. The vertical amplifier is designed so that the transmission performance is not affected by its own overshoot.

Trace Rotation TR

In spite of Mumetal-shielding of the CRT, effects of the earth's magnetic field on the horizontal trace position cannot be completely avoided. This is dependent upon the orientation of the oscilloscope on the place of work. A centred trace may not align exactly with the horizontal center line of the graticule. A few degrees of misalignment can be corrected by a potentiometer accessible through an opening on the front panel marked TR.

DC Balance Adjustment

The vertical preamplifiers for **CH.I** and **CH.II** contain matched dual FETs connected as input source followers. After long periods of use the FET characteristics may change which can alter the DC balance of the vertical amplifier.

A quick check can be made on each channel by rotating the variable control knob on the attenuator switch to and fro,

clockwise and back to the calibrated detent **CAL**. If the trace moves from the vertical position (up or down) more than 1 mm, the DC balance will require readjustment. This check should be made after a 20 minute warm-up period.

Adjustment procedure

The following instructions should be performed to obtain the correct DC balance adjustment of both channels.

- Remove all input cables and adjust oscilloscope controls to display the baseline.
- Center the baseline using **Y-POS.** and **X-POS.** controls.
- Set attenuator switches to **5 mV/cm** and input coupling switches to **GD**.
- Release all pushbuttons in the Y-field.
- Place the oscilloscope so that it rests firmly on its back (upright position) and locate DC balance adjustment potentiometer access holes – marked **CH.I DC-BALANCE CH.II** – which are found underneath the instrument.
- Insert a screwdriver (blade approx. 3 mm, length min. 20 mm) in **CH.I** hole. A plastic guide with slotted bottom is located behind the hole.
- Rotate **VOLTS/DIV.** variable control to and fro and adjust balance pot so that the baseline no longer moves up or down. When the trace remains steady, correction of **CH.I** is completed.
- Depress **CHI/II** button. Repeat adjustment procedure for **CH.II**.

Probe compensation and use

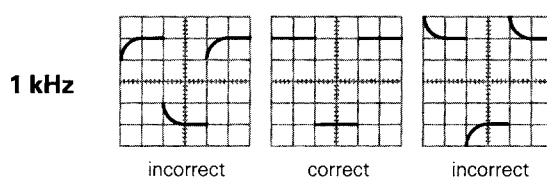
The attenuator probe must be matched exactly to the input impedance of the vertical amplifier to ensure an undistorted display of waveforms. A generator built into the HM 203-6 supplies a square wave signal for this purpose with very short rise time (<5 ns) at **1 kHz**. The square wave signal can be taken from the two eyelets beneath the screen. One output supplies **0.2 V_{pp} ± 1%** for x10 attenuator probes, the other **2 V_{pp} ± 1%** for x100 attenuator probes. These voltages correspond in each case to a screen amplitude of **4 cm** provided the input attenuator switch of the HM 203-6 is set to the deflection coefficient **5 mV/cm**.

1 kHz compensation

This trimmer adjustment compensates the capacitive loading of the oscilloscope input (approx. 30 pF for the HM 203-6). After compensation, the capacitive attenuation has the

same attenuation ratio as the ohmic divider. The same voltage attenuation then results at high and low frequencies as for direct voltage (for x1 probes or probes switches over to x1, this compensation is neither necessary nor possible). The trace line must be parallel with the horizontal graticule lines (see "Trace rotation **TR**", page M7).

Connect attenuator probe (type HZ 51, 52, 53, 54 or also HZ 36 and HZ 37) to the **CH.I** input, do not press any buttons or turn any knobs, set input coupling to **DC**, input attenuator to **5 mV/cm** and **TIME/DIV.** switch to **0.2 ms/cm** (both variable controls in calibration position **CAL.**), connect probe to the corresponding **CAL.** eyelet (x10 probe to **0.2 V** eyelet, x100 to **2 V** eyelet).



2 cycles can be seen on the screen. The compensation trimmer must now be adjusted. It is generally located in the probe itself. It is located in the x100 attenuator probe HZ53 in the small box on the BNC plug. Adjust the trimmer with the insulating screw driver provided until the tops of the square wave signal are exactly parallel to the horizontal graticule lines (see 1 kHz diagram). The signal height should then be $4 \text{ cm} \pm 1.2 \text{ mm}$ (= 3 %). The signal edges are invisible during this adjustment.

1 MHz compensation

HF adjustment is possible for the HZ37, 51, 52, and 54 probes. These possess resonance correction elements (pots in combination with coils and capacitors) with which it is possible for the first time to simply adjust the probe in the upper frequency range of the vertical amplifier.

After this compensation, not only the maximum possible bandwidth is obtained in the attenuator probe mode but also a largely constant group delay at the end of the bandwidth. In this way transient distortions (such as overshooting, rounding off, ringing, holes or humps in the pulse top) in the vicinity of the leading edge are kept to a minimum. The bandwidth of the HM 203-6 is therefore fully utilized when using the HZ37, 51, 52 and 54 probes without having to accept wave form distortions.

Prerequisite for this HF compensation is a square wave generator with short rise time (typically 4 ns) and low-impedance output (approx. 50 Ohm) which also supplies a voltage of 0.25 V or 2.5 V at a frequency of 1 MHz.

The **Scope Tester HZ60** fulfills these tasks excellently (see **Accessories**, page Z1).

Operating modes of the vertical amplifiers

The desired operating mode of the vertical amplifiers is selected with the 3 buttons in the Y field. All three buttons out for **mono** mode. Only **Channel I** is then operational. The button **CHI/CHII** must be depressed in mono mode for **Channel II**. The internal triggering is simultaneously switched over to Channel II with this button.

If the **DUAL** button is depressed, both channels are working. Two signals can be displayed together in this button position (alternate mode). This mode is not suitable for displaying very slow-running processes. The display then flickers too much or it appears to jump. If the **CHOP** button is depressed in addition to **DUAL**, both channels are switched over constantly at a high frequency within a sweep period (CHOP mode). Slow running processes **below 1 kHz or with time coefficients higher than 1 ms/cm** are then also displayed without flicker. The dual mode chosen is less important for signals with higher repetition frequency.

If the **ADD** button is depressed, the signals of both channels are algebraically added ($\pm I \pm II$). Whether the resulting display shows the **sum** or **difference** is dependent on the phase relationship or the polarity of the signals **and** on the positions of both **INVERT** buttons.

In-phase input voltages:

- Both **INVERT** buttons released = sum.
- Both **INVERT** buttons depressed = sum.
- Only one **INVERT** button depressed = difference.

Antiphase input voltages:

- Both **INVERT** buttons released = difference.
- Both **INVERT** buttons depressed = difference.
- Only one **INVERT** button depressed = sum.

In the **ADD** mode the vertical display position is dependent upon the **Y-POS.** setting of **both** channels. The **same attenuator switch position** is normally used for both channels with algebraic addition.

Differential measurement techniques allow direct measurement of the voltage drop across floating components (both ends above ground). Two identical probes should be used for both vertical inputs. Using a separate ground connection and **not** connecting the probe or cable shields to the circuit under test avoid ground loops (hum, common-mode disturbances).

X-Y Operation

For **X-Y operation**, the pushbutton in the X field marked **X-Y** must be depressed. The X signal is then derived from the **Channel II (HOR. INP.)**. **The calibration of the X signal during X-Y operation is determined by the setting of the Channel II input attenuator and variable control.**

This means that the sensitivity ranges and input impedances are identical for both the X and Y axes. However, the **Y-POS.II** control is disconnected in this mode. Its function is taken over by the **X-POS.** control. It is important to note that the **X-MAG. x10** facility, normally used for expanding the sweep, should not be operated in the X-Y mode. It should also be noted that the bandwidth of the X amplifier is approximately 2.5 MHz (-3dB), and therefore an increase in phase difference between both axes is noticeable from 50 kHz upwards.

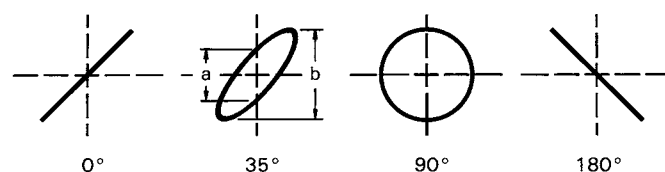
The Y-Input signal may be inverted by using the **INVERT** facility. However, the inversion of the X-input signal using the CH. II **INVERT** button is not possible.

Lissajous figures can be displayed in the **X-Y mode** for certain measuring tasks:

- Comparing two signals of different frequency or bringing one frequency up to the frequency of the other signal. This also applies for whole number multiples or fractions of the one signal frequency.
- Phase comparison between two signals of the same frequency.

Phase comparison with Lissajous figure

The following diagrams show two sine signals of the same frequency and amplitude with different phase angles.



Calculation of the phase angle or the phase shift between the X and Y input voltages (after measuring the distances **a** and **b** on the screen) is quite simple with the following formula and a pocket calculator with trigonometric functions and besides **independent of both deflecting amplitudes** on the screen.

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b}$$

The following must be noted here:

- Because of the periodic nature of the trigonometric functions, the calculation should be limited to angles $\leq 90^\circ$. However here is the advantage of the method.
- Do not use a too high test frequency. The phase shift of the two oscilloscope amplifiers of the HM 203-6 in the X-Y mode can exceed an angle of 3° above 120 kHz.
- It cannot be seen as a matter of course from the screen display if the test voltage leads or lags the reference voltage. A CR network before the test voltage input of the oscilloscope can help here. The 1 M Ω input resistance

can equally serve as R here, so that only a suitable capacitor C needs to be connected in series. If the aperture width of the ellipse is increased (compared with C short-circuited), then the test voltage leads the reference voltage and vice versa. This applies only in the region up to 90° phase shift. Therefore C should be sufficiently large and produce only a relatively small just observable phase shift.

Should both input voltages be missing or fail in the X-Y mode, a very bright light dot is displayed on the screen. This dot can burn into the phosphor at a too high brightness setting (INTENS. knob) which causes either a lasting loss of brightness, or in the extreme case, complete destruction of the phosphor at this point.

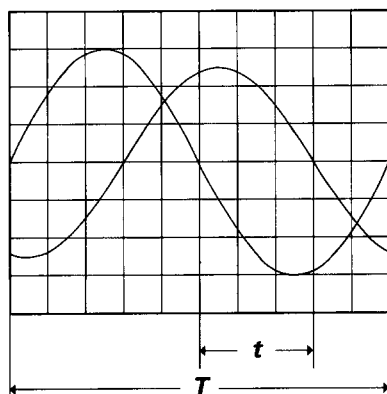
Phase difference measurement in DUAL mode

A larger phase difference between two input signals of the same frequency and shape can be measured very simply on the screen in Dual mode (**DUAL** button depressed). The time base should be triggered by the reference signal (phase position 0). The other signal can then have a leading or lagging phase angle. Alternate mode should be selected for frequencies ≥ 1 kHz; the Chop mode is more suitable for frequencies < 1 kHz (less flickering). For greatest accuracy adjust not much more than one period and approximately the same height of both signals on the screen. The variable controls for amplitude and time base and the **LEVEL** knob can also be used for this adjustment – without influence on the result. Both base lines are set onto the horizontal graticule center line with the **Y-POS.** knobs before the measurement. With sinusoidal signals, observe the zero (crossover point) transitions; the sine peaks are less accurate. If a sine signal is noticeably distorted by even harmonics, or if an offset direct voltage is present, **AC** coupling is recommended for **both** channels. If it is a question of pulses of the same shape, read off at steep edges.

Phase difference measurement in dual mode

t = horizontal spacing of the zero transitions in cm.

T = horizontal spacing **for one period** in cm.



In the example illustrated, $t = 3$ cm and $T = 10$ cm. The phase difference in degrees is calculated from

$$\varphi^\circ = \frac{t}{T} \cdot 360^\circ = \frac{3}{10} \cdot 360^\circ = 108^\circ$$

or expressed in radians

$$\text{arc } \varphi = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1,885 \text{ rad}$$

Relatively small phase angles at not too high frequencies can be measured more accurately in the X-Y mode with Lissajous figures.

Measurement of an amplitude modulation

The momentary amplitude u at time t of a HF-carrier voltage, which is amplitude modulated without distortion by a sinusoidal AF voltage, is in accordance with the equation

$$u = U_T \cdot \sin \Omega t + 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega - \omega)t - 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega + \omega)t$$

where U_T = unmodulated carrier amplitude

$\Omega = 2\pi F$ = angular carrier frequency

$\omega = 2\pi f$ = modulation angular frequency

m = modulation factor ($\leq 1 \triangleq 100\%$).

The lower side frequency $F-f$ and the upper side frequency $F+f$ arise because of the modulation apart from the carrier frequency F .

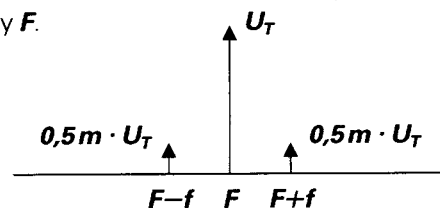


Figure 1
Amplitude and frequency spectrum for AM display ($m = 50\%$)

The display of the amplitude-modulated HF oscillation can be evaluated with the oscilloscope provided the frequency spectrum is inside the oscilloscope bandwidth. The time base is set so that several wave of the modulation frequency are visible. Strictly speaking, triggering should be external with modulation frequency (from the AF generator or a demodulator). However, internal triggering is frequently possible with normal triggering (**AT-NORM.** button depressed) using a suitable **LEVEL** setting and possibly also using the time variable adjustment.

Figure 2
Amplitude modulated oscillation: $F = 1$ MHz; $f = 1$ kHz;
 $m = 50\%$; $U_T = 28.3 \text{ mV}_{\text{rms}}$

Oscilloscope setting for a signal according to figure 2:

Depress no buttons. **Y: CH. I; 20mV/cm; AC.**

TIME/DIV.: 0.2ms/cm.

Triggering: **NORMAL** with **LEVEL**-setting; **internal (or external) triggering.**

If the two values **a** and **b** are read from the screen, the modulation factor is calculated from

$$m = \frac{a - b}{a + b} \text{ bzw. } m = \frac{a - b}{a + b} \cdot 100 [\%]$$

where **a** = **U_T (1+m)** and **b** = **U_T (1-m)**.

The variable controls for amplitude and time can be set arbitrarily in the modulation factor measurement. Their position does not influence the result.

Triggering and time base

A signal can be displayed only if the time base is running or triggered. To produce a stationary display, triggering must be synchronous with the test signal. This is possible by using the test signal itself or by an externally supplied but synchronous signal voltage.

The trigger voltage should have a certain minimum amplitude. This value is called the **trigger threshold**. It is measured with a sine signal. When the trigger voltage is taken internally from the test signal, the trigger threshold can be stated as vertical **display height in mm**, through which the time base generator starts, the display is stable, and the trigger LED lights.

The internal trigger threshold of the HM203-6 is given as ≤5mm. When the trigger voltage is externally supplied, it can be measured in V_{pp} at the **TRIG. INP.** socket. Normally, the trigger threshold may be exceeded up to a maximum factor of 20.

The HM203-6 has two trigger modes, which are characterized in the following.

Automatic Triggering

If the **AT/NORM.** pushbutton in the X field is in the out position **AT**, the sweep generator is running without test signal or external trigger voltage. A base line is always displayed even without a signal applied. This trigger mode is therefore called **Automatic Triggering**. Operation of the scope needs, having a constantly visible trace, only a correct amplitude and time base setting. A **LEVEL** adjustment is neither necessary nor possible with automatic triggering. This simple **AT** mode is recommended for all uncomplicated measuring tasks. However, automatic triggering is also the appropriate operation mode for the "entry" into dif-

ficult measuring problems, e.g. when the test signal is unknown relating to amplitude, frequency or shape. Presetting of all parameters is now possible with automatic triggering; the change to normal triggering can follow thereafter.

The automatic triggering works above **10Hz** up to at least **20MHz**. The changeover to the break down of the automatic triggering at frequencies under 10Hz is abrupt. However, it can not be recognized by the **TRIG. LED**; this is still blinking. Break down of triggering is best recognizable at the left screen edge (the start of the trace in differing display height).

The automatic triggering follows immediately all variations or fluctuations of the test signal above 10Hz. However, if the pulse duty factor of a square-wave signal changes so much that one part of the square-wave reduces to a needle pulse, switching over to normal triggering and using the **LEVEL** control can be necessary. With automatic triggering, the trigger point lies approx. in the zero voltage crossing. The time interval, required for the time base start, can be too short at a steep zero crossing of the needle pulse. Then normal triggering should be used.

Automatic triggering is practicable not only with internal but also with external trigger voltage.

Normal Triggering

With normal triggering (**AT/NORM.** button depressed) and **LEVEL** adjustment, the sweep can be started by signals within the frequency range selected by the **TRIG.** coupling switch. **In the absence of an adequate trigger signal or when the trigger controls (particularly the LEVEL control) are misadjusted, no trace is visible, i.e. the screen blanked completely.**

When using the internal normal triggering mode, it is possible to trigger at any amplitude point of a signal edge, even with very complex signal shapes, by adjusting the **LEVEL** control. Its adjusting range is directly dependent on the display height, which should be at least **5mm**. If it is smaller than 1 cm, the **LEVEL** adjustment needs to be operated with a sensitive touch. In the external normal triggering mode, the same applies to approx. 0.6V external trigger voltage amplitude.

Other measures for triggering of very complex signals are the use of the time base variable control and **HOLDOFF** time control, hereinafter mentioned.

Slope

The trigger point can be placed alternatively on a rising or falling edge of the test signal. This is valid with automatic and with normal triggering. The selected slope is set with the **+/-** button. The plus sign (button released) means an

edge, which is coming from a negative potential and rising to a positive potential. That has nothing to do with zero or ground potential and absolute voltage values. The positive slope may also lie in a negative part of a signal. A falling edge (minus sign) triggers, when the **+/-** button is depressed.

However, with normal triggering, the trigger point may be varied within certain limits on the chosen edge using the **LEVEL** control.

Trigger coupling

The coupling mode and accordingly the frequency range of the trigger signal can be changed using the **TRIG.** selector switch. However, this is possible only with the **TV SEP.** switch in **OFF** position.

AC: Trigger range $\geq 10\text{Hz}$ to 20MHz .

This is the most frequently used trigger mode.
The trigger threshold is increasing below 10Hz .

DC: Trigger range DC to 20MHz .

DC triggering is recommended, if the signal is to be triggered with quite slow processes or if pulse signals with constantly changing pulse duty factors have to be displayed.

Always work with normal triggering and LEVEL adjustment.

Otherwise there is the possibility in the **AT** position (automatic triggering) that the trigger point may change or that triggering may not occur with signals without zero crossing (e.g. with DC offset). The balance of the corresponding channel input should then be corrected (see "DC Balance Adjustment", page M7). Sometimes triggering is easier with **AC input coupling**, because the signal then has its average value exactly at the oscilloscope's ground potential.

HF: Trigger range 1.5kHz to 40MHz (high-pass filter).

The HF position is suitable for all radio-frequency signals. DC fluctuations and low-frequency excess noise of the trigger voltage are suppressed, giving a stable display. The trigger threshold increases below 1.5kHz .

LF: Trigger range DC to 1kHz (low-pass filter).

The LF position is often more suited for low-frequency signals than the DC position, because the (white) noise in the trigger voltage is strongly suppressed. So jitter or double-triggering of complex signals is avoidable or at least reduced, in particular with very low input voltages. The trigger threshold increases above 1kHz .

Line triggering

A part of a secondary winding voltage of the power transformer is used as mains/line frequency trigger signal (50 to 60Hz) in the $\sim$ position of the **TRIG.** selector switch. This trigger mode is independent of amplitude and frequency of the Y signal and is recommended for all mains/line synchronous signals. This also applies – within certain limits – to whole number multiples or fractions of the line frequency. Line triggering can also be useful to display signals below the trigger threshold (less than 5mm). It is therefore particularly suitable for measuring small ripple voltages of mains/line rectifiers or stray magnetic field in a circuit.

Magnetic leakage (e.g. from a power transformer) can be investigated for direction and amplitude using a search or pick-up coil. The coil should be wound on a small former with a maximum of turns of a thin lacquered wire and connected to a BNC connector (for scope input) via a shielded cable. Between cable and BNC center conductor a resistor of at least 100Ω should be series-connected (RF decoupling). Often it is advisable to shield statically the surface of the coil. However, no shorted turns are permissible. Maximum, minimum, and direction to the magnetic source are detectable at the measuring point by turning and shifting the coil.

Triggering of video signals

The built-in active **TV-Sync-Separator** (separation of the sync pulses from the video signal and following amplification) even allows the display of noisy, changing in amplitude or distorted video signals, alternatively triggered with line (or horizontal) frequency or frame (or vertical) frequency. The **TV SEP.** lever switch has three positions. The **OFF** position serves to all normal operations; the **TRIG.** selector switch is operative. The **TV: H** position (horizontal $\triangleq$ line) and the **TV: V** position (vertical $\triangleq$ frame) are used for video triggering. The **TRIG.** coupling switch is inoperable in these both positions. In the **TV: V** position (frame triggering), a low-pass filter or integrating network is connected into circuit, which forms a trigger pulse sequence with frame frequency from the vertical sync pulse (incl. pre- and post-equalizing pulses).

For accurate function of the sync separator, the slope of the sync pulses should correctly be adjusted (corresponding to the position of the sync pulses in the composite color signal. If the sync pulses are placed above the picture content, the **+/-** button should be released. The trigger point lies on the rising front edge of the sync pulse. If they are below the picture content, the **+/-** button should be depressed. The trigger point lies on a falling (negative) front edge of the sync pulse. This setting of the slope is valid for line and frame frequency. An incorrectly set slope results in an unstable display.

play. The trigger slope cannot be changed using the **INVERT** buttons. The **+/-** button relates always to the input signal! Video signals are triggered in the automatic mode. Therefore the adjustment of the trigger point with **LEVEL** knob is superfluous. The internal triggering is virtually independent of the display height, which may differ from 0.8 to 8 cm. Depressing the **AT/NORM.** button results in the difference (opposite to **AT**) that the screen is blanked without trigger signal (turning the **LEVEL** knob is ineffectual).

Aside from the **TV SEP.** switch and the **+/-** button setting, a time coefficient, adequate to the measuring purpose, should be selected on the **TIME/DIV.** switch. The basic positions for **H** (horizontal $\triangle$ line) and **V** (vertical $\triangle$ frame) are marked on the scale of the **TIME/DIV.** switch. However, the **TIME/DIV.** knob may be turned more to the right (without break down of the triggering), if more details in the video signal should be required. More advantageous, because one video field is suppressed, is the use of the 10-fold expansion with the **X-MAG. x10** button and the **HOLD-OFF** time setting. Disconnecting the trigger circuit (e.g. by rapidly pressing and releasing the **EXT.** button) can result in triggering the consecutive (odd or even) field.

Setting: **TV: V, 2 ms/cm, HOLDOFF** knob at the right stop, **X-MAG. x10** button depressed, searching the picture detail with **X-POS.** knob, additional X-expansion (x2.5) with time variable knob fully cw. So the International Insertion Test Signals including Video Text and VPS etc. in the vertical blanking interval are fully visible with a 25:1 expansion ratio.

The sync-separator-circuit also operates with external triggering. It is important that the voltage range (0.3V_{pp} to 6V_{pp}) for external triggering should be noted. In addition, the correct slope setting is again critical, because the external trigger signal may not have the same polarity or pulse edge as the test signal. This can be checked, if the external trigger voltage itself is displayed at first (with internal triggering).

Generally, the composite video signal has a high DC content. With a constant video information (e.g. test pattern or color bar generator), the DC content can be suppressed easily by **AC** input coupling of the oscilloscope amplifier. With a changing picture content (e.g. normal program), **DC** input coupling is recommended, because the display varies its height on screen with **AC** input coupling at each change of the picture content. The DC content can be compensated using the **Y-POS.** control so that the signal display lies in the graticule area. Then the composite video signal should not exceed a vertical height of 6 cm.

External triggering

The internal triggering is disconnected by depressing the **EXT.** button. The timebase can be triggered **externally** via

the **TRIG. INP.** socket using a 0.25V_{pp} to 5V_{pp} voltage, which is in synchronism with the test signal. This trigger voltage may have completely different form from the test signal voltage. Triggering is even possible — in certain limits — with whole number multiples or fractions of the test frequency, but only in locked phase relation.

The input impedance of **TRIG. INP.** socket is approx. 0.8 M Ω || 30 pF. The maximum input voltage of the input circuit is 100V (DC + peak AC). Only 5V_{pp} maximum are required for a good external triggering.

Trigger indicator

An LED on condition (to the left of the **TRIG.** switch) indicates that the sweep generator is triggered. This is valid with automatic and with normal triggering. The indication of trigger action facilitates a sensitive **LEVEL** adjustment, particularly at very low signal frequencies. The indication pulses are of only 100 ms duration.

Thus for fast signals the LED appears to glow continuously, for low repetition rate signals, the LED flashes at the repetition rate or — at a display of several signal periods — not only at the start of the sweep at the left screen edge, but also at each signal period.

Holdoff-time adjustment

If it is found that a trigger point cannot be located on extremely complex signals even after repeated and careful adjustment of the **LEVEL** control in the **normal triggering** mode, a stable display may be obtained using the **HOLD-OFF** control (in the X-field). This facility varies the hold-off time between two sweep periods approx. up to the ratio 10:1. Pulses or other signal waveforms appearing during this off period cannot trigger the timebase. Particularly with burst signals or aperiodic pulse trains of the same amplitude, the start of the sweep can be delayed until the optimum or required moment.

A very noisy signal or a signal with a higher interfering frequency is at times double displayed. It is possible that LEVEL adjustment only controls the mutual phase shift, but not the double display. The stable single display of the signal, required for the evaluation, is easily obtainable by expanding the holdoff time. To this end the HOLDOFF knob is slowly turned to the right, until one signal is displayed.

A double display is possible with certain pulse signals, where the pulses alternately show a small difference of the peak amplitudes. Only a very exact **LEVEL** adjustment makes a single display possible. The use of the **HOLD-OFF** knob simplifies the right adjustment.

After specific use the **HOLD-OFF** control should be re-set into its calibration detent, otherwise the brightness of the display is reduced drastically. The function is shown in the following figures.

Function of var. HOLD-OFF control

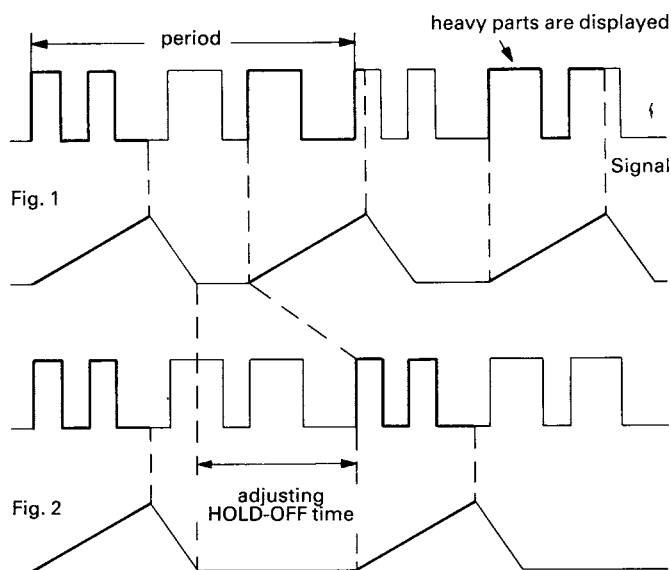


Fig. 1 shows a case where the **HOLD-OFF** knob is in the minimum position and various different waveforms are overlapped on the screen, making the signal observation unsuccessful.

Fig. 2 shows a case where only the desired parts of the signal are stably displayed.

Component Tester

General

The HM203-6 has a built-in electronic Component Tester (abbreviated **CT**), which is used for instant display of a test pattern to indicate whether or not components are faulty. The **CT** can be used for quick checks of semiconductors (e.g. diodes and transistors), resistors, capacitors, and inductors. Certain tests can also be made to integrated circuits. All these components can be tested in and out of circuit.

The test principle is fascinatingly simple. The power transformer of the oscilloscope delivers a sine voltage, which is applied across the component under test and a built-in fixed resistor. The sine voltage across the test object is used for the horizontal deflection, and the voltage drop across the resistor (i.e. current through test object) is used for vertical deflection of the oscilloscope. The test pattern shows a current-voltage characteristic of the test object.

Since this circuit operates with mains/line frequency (50 or 60 Hz) and a voltage of 8.5 V max. (open circuit), the indicating range of the **CT** is limited. The impedance of the component under test is limited to a range from 20 Ω to 4.7 k Ω . Below and above these values, the test pattern shows only short-circuit or open-circuit. For the interpretation of the displayed test pattern, these limits should always be borne in mind. However, most electronic components can normally be tested without any restriction.

Using the Compone Tester

The **CT** is switched on by depressing the **CT** pushbutton beneath the screen. This makes the vertical preamplifier and the timebase generator inoperative. A shortened horizontal trace will be observed. It is not necessary to disconnect scope input cables unless in-circuit measurements are to be carried out. In the **CT** mode, the only controls which can be operated are **INTENS.**, **FOCUS**, and **X-POS.**. All other controls and settings have no influence on the test operation.

For the component connection, two simple test leads with 4 mm $\varnothing$ banana plugs, and with test prod, alligator clip or sprung hook, are required. The test leads are connected to the insulated **CT** socket and the adjacent ground socket in the Y-Section. The component can be connected to the test leads either way round.

After use, to return the oscilloscope to normal operation, release the **CT** pushbutton.

Test Procedure

Caution! Do not test any component in live circuitry – remove all grounds, power and signals connected to the component under test. Set up Component Tester as stated above. Connect test leads across component to be tested. Observe oscilloscope display.

Only discharged capacitors should be tested!

A built-in quick-acting fuse protects the **CT** and the oscilloscope against mis-operation, e.g. device under test not disconnected from mains/line supply. In that case the fuse will blow. For fuse replacement the oscilloscope has to be opened (see service instruction page S1 "Instrument Case Removal"). The fuse is located on the bottom side of the instrument (close to the **CT** pushbutton). Make sure that only fuses of the specified type are used for replacement: **5x20mm, quick-acting, 250V, C, 50mA** (IEC 127/II or DIN 41661).

Test Pattern Displays

Page M17 shows typical test patterns displayed by the various components under test.

- **Open circuit is indicated by a straight horizontal line.**
- **Short circuit is shown by a straight vertical line.**

Testing Resistors

If the test object has a linear ohmic resistance, both deflecting voltages are in the same phase. The test pattern expected from a resistor is therefore a sloping straight line. The angle of slope is determined by the resistance of the resistor under test. With high values of resistance, the slope will tend towards the horizontal axis, and with low values, the slope will move towards the vertical axis.

Values of resistance from **20Ω** to **4.7kΩ** can be approximately evaluated. The determination of actual values will come with experience, or by direct comparison with a component of a known value.

Testing Capacitors and Inductors

Capacitors and inductors cause a phase difference between current and voltage, and therefore between the X and Y deflection, giving an ellipse-shaped display. The position and opening width of the ellipse will vary according to the impedance value (at 50 or 60Hz) of the component under test.

A horizontal ellipse indicates a high impedance or a relatively small capacitance or a relatively high inductance.

A vertical ellipse indicates a small impedance or a relatively large capacitance or a relatively small inductance.

A sloping ellipse means that the component has a considerable ohmic resistance in addition to its reactance.

The values of capacitance of normal or electrolytic capacitors from **0.1μF** to **1000μF** can be displayed and approximate values obtained. More precise measurement can be obtained in a smaller range by comparing the capacitor under test with a capacitor of known value. Inductive components (coils, transformers) can also be tested. The determination of the value of inductance needs some experience, because inductors have usually a higher ohmic series resistance. However, the impedance value (at 50 or 60Hz) of an inductor in the range from 20Ω to 4.7kΩ can easily be obtained or compared.

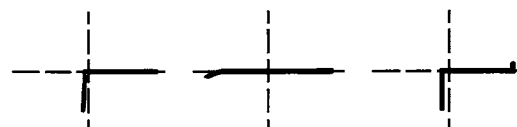
Testing Semiconductors

Most semiconductor devices, such as diodes, Z-diodes, transistors, FETs can be tested. The test pattern displays vary according to the component type as shown in the figures below.

The main characteristic displayed during semiconductor testing is the voltage dependent knee caused by the junction changing from the conducting state to the non conducting state. It should be noted that both the forward and the reverse characteristic are displayed simultaneously. This is a two-terminal test, therefore testing of transistor amplification is not possible, but testing of a single junction is easily and quickly possible. Since the **CT** test voltage applied is only very low (max. 8.5V_{rms}), all sections of most semiconductors can be tested without damage. However, checking the breakdown or reverse voltage of high voltage semiconductors is not possible. More important is testing components for open or short-circuit, which from experience is most frequently needed.

Testing Diodes

Diodes normally show at least their knee in the forward characteristic. This is not valid for some high voltage diode types, because they contain a series connection of several diodes. Possibly only a small portion of the knee is visible. Z-diodes always show their forward knee and, up to approx. 10V, their Z-breakdown, forms a second knee in the opposite direction. A Z-breakdown voltage of more than 12V can not be displayed.



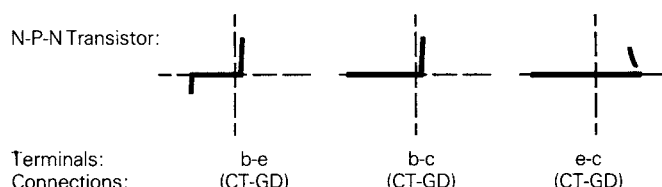
Type:	Normal Diode	High Voltage Diode	Z-Diode 12V
Terminals:	Cathode-Anode	Cathode-Anode	Cathode-Anode
Connections:	(CT-GD)	(CT-GD)	(CT-GD)

The polarity of an unknown diode can be identified by comparison with a known diode.

Testing Transistors

Three different tests can be made to transistors: base-emitter, base-collector and emitter-collector. The resulting test patterns are shown below.

The basic equivalent circuit of a transistor is a Z-diode between base and emitter and a normal diode with reverse polarity between base and collector in series connection. There are three different test patterns:



For a transistor the figures b-e and b-c are important. The figure e-c can vary; but a vertical line only shows short circuit condition.

These transistor test patterns are valid in most cases, but there are exceptions to the rule (e.g. Darlington, FETs). With the **CT**, the distinction between a P-N-P to a N-P-N transistor is discernible. In case of doubt, comparison with a known type is helpful. It should be noted that the same socket connection (**CT** or ground) for the same terminal is then absolutely necessary. A connection inversion effects a rotation of the test pattern by 180 degrees round about the center point of the scope graticule.

Pay attention to the usual caution with single MOS-components relating to static charge or frictional electricity!

In-Circuit Tests

Caution! During in-circuit tests make sure the circuit is dead. No power from mains/line or battery and no signal inputs are permitted. Remove all ground connections including Safety Earth (pull out power plug from outlet). Remove all measuring cables including probes

between oscilloscope and circuit under test. Otherwise both CT test leads are not isolated against the circuit under test.

In-circuit tests are possible in many cases. However, they are not so well-defined. This is caused by a shunt connection of real or complex impedances – especially if they are of relatively low impedance at 50 or 60 Hz – to the component under test, often results differ greatly when compared with single components. In case of doubt, one component terminal may be unsoldered. This terminal should then be connected to the insulated **CT** socket avoiding hum distortion of the test pattern.

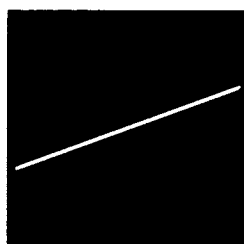
Another way is a test pattern comparison to an identical circuit which is known to be operational (likewise without power and any external connections). Using the test prods, identical test points in each circuit can be checked, and a defect can be determined quickly and easily. Possibly the device itself under test contains a reference circuit (e.g. a second stereo channel, push-pull amplifier, symmetrical bridge circuit), which is not defective.

The test patterns on page M17 show some typical displays for in-circuit tests.

Single Components



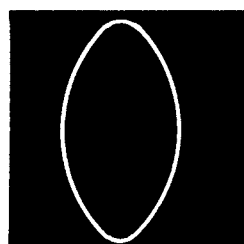
Short circuit



Resistor 510Ω



Mains transformer prim.

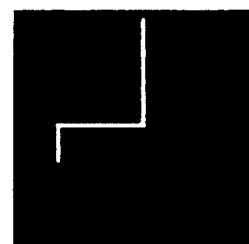


Capacitor 33μF

Single Transistors



Junction B-C



Junction B-E

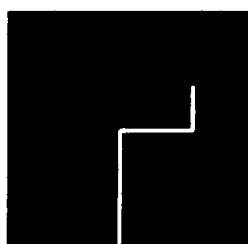


Junction E-C



FET

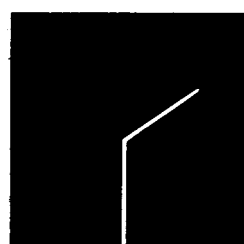
Single Diodes



Z-diode under 8V



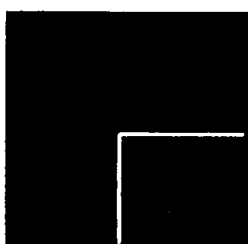
Z-diode beyond 12V



Diode paralleled by 680Ω



2 Diodes antiparallel



Silicon diode



Germanium diode



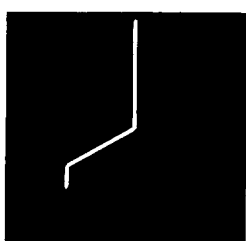
Diode in series with 51Ω



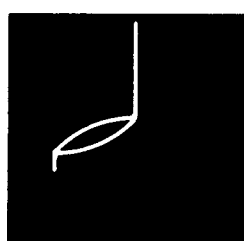
B-E paralleled by 680Ω



Rectifier



Thyristor G + A together



B-E with 1μF + 680Ω



Si-diode with 10μF

Switching on and initial setting

Connect instrument to power outlet, depress red **POWER** button. LED indicates operating condition.

Case, chassis and all measuring terminals are connected to the safety earth conductor (Safety Class I).

Do not depress any further button. **TRIG.** selector switch to **AC**, **TV SEP.** switch to **OFF**.

AT/NORM. button released, **CH. I** input coupling switch to **GD**, set **TIME/DIV.** switch to **50 μs/cm**.

Adjust **INTENS.** control for average brightness.

Center trace on screen using **X-POS.** and **Y-POS. I** controls. Then focus trace using **FOCUS** control.

Vertical amplifier mode

Channel I: All buttons in the Y section in out position.

Channel II: **CH I/II** button depressed.

Channel I and II: **DUAL** button depressed. Alternate channel switching: **CHOP.** (**ADD**) button in out position.

Signals < 1 kHz or time coefficient ≥ 1 ms/cm: **DUAL** and **CHOP.** buttons depressed.

Channel I+II or -I -II (sum): depress only **ADD** button.

Channel -I +II or I -II (difference): depress **ADD** and **one** of the **INVERT** buttons.

Triggering mode

Select trigger mode with **AT/NORM.** button:

AT = Automatic Triggering ≥ 10 Hz to 20 MHz (out position). **NORM. = Normal Triggering** (depressed).

Trigger edge direction: select slope with **+/-** button.

Internal triggering: select channel with **TRIG. I/II(CH. I/II)** button.

External triggering: **EXT.** button depressed; sync signal (0.3 V_{pp} to 6 V_{pp}) to **TRIG. INP.** socket.

Line triggering: **TRIG.** selector switch to $\sim$.

Select trigger coupling with **TRIG.** selector switch. Trigger frequency ranges:

AC: ≥ 10 Hz to 20 MHz; **DC:** DC to 20 MHz; **HF:** 1.5 kHz to 40 MHz; **LF:** DC to 1 kHz.

Composite video signal with line or horizontal frequency: **TV SEP.** switch to **TV: H.**

Composite video signal with frame or vertical frequency: **TV SEP.** switch to **TV: V.**

Select edge direction with **+/-** button (sync. pulse above $\triangle +$, below $\triangle -$).

Pay attention to trigger indicator: LED near to **TRIG.** selector switch.

Measurements

Apply test signal to the vertical input connectors of **CH. I** and/or **CH. II**.

Before use, calibrate attenuator probe with built-in square wave generator **CAL.**

Switch input coupling to **AC** or **DC**.

Adjust signal to desired display height with attenuator switch.

Select time coefficient on the **TIME/DIV.** switch.

Set trigger point with **LEVEL** knob for Normal Triggering.

Trigger complex or aperiodic signals with longer **HOLD-OFF**-time.

Amplitude measurement with Y fine control at left stop (**CAL.**).

Time measurement with time fine control at left stop (**CAL.**).

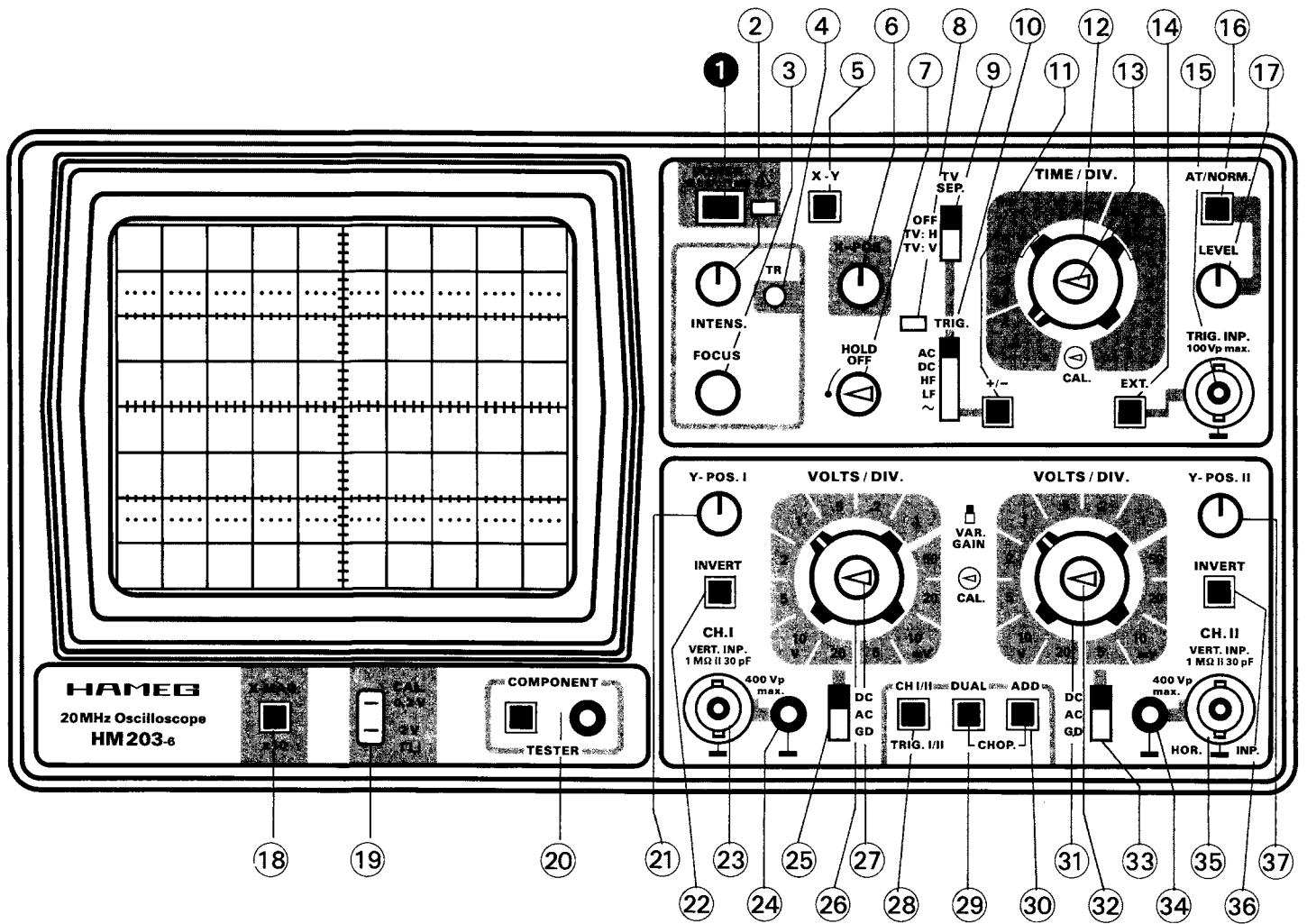
Horizontal expansion x10 with **X-MAG. x10** button depressed.

External horizontal sweep (**X-Y mode**) with **X-Y** button depressed (X input: **CH. II**).

Component Tester

Press **COMPONENT TESTER** button. Connect both component terminals to **CT** and ground jacks.

In-circuit test: Circuit under test must be disconnected from battery or power (pull out power plug), signals and ground (earth). Remove all signal connections to **HM203-6** (cable, probe), then start testing.



Front Panel Elements HM203-6 (Brief Description – Front View)

Element	Function	Element	Function
❶ POWER on/off (pushbutton + LED)	Turns scope on and off. LED indicates operating condition.	❷❸ CH. I (BNC connector)	CH. I signal input. Input impedance 1M Ω 30pF.
❷ INTENS. (knob)	Intensity control for trace brightness.	❷❹ Ground (4mm socket)	Separate ground jack.
❸ FOCUS (knob)	Focus control for trace sharpness.	❷❺ DC-AC-GD (slide switch)	Selects input coupling of the CH. I Vertical Amplifier. DC: All components of the input signal are passed. AC: Signal is capacitively coupled (DC is blocked). GD: Signal is disconnected, amplifier input is grounded.
❹ TR (pot)	Trace rotation. To align trace with horizontal graticule line. Compensates influence of earth's magnetic field.	❷❻ VOLTS/DIV. (rotary switch)	CH. I input attenuator. Selects input sensitivity in mV/cm or V/cm in 1-2-5 sequence.
❺ X-Y (pushbutton switch)	Selects X-Y operation, stops sweep. X signal via CH. II. Attention! Phosphor burn-in without X signal.	❷❼ VAR. GAIN (center knob)	Continuously variable gain between the calibrated settings of the VOLTS/DIV switch. Increases sensitivity 2.5 : 1. Cal. position: ccw.
❻ X-POS. (knob)	Controls horizontal position of trace.	❷❽ CH I/II-TRIG. I/II (pushbutton switch)	Button released: CH. I only and internal trig. from CH. I. Button depressed: CH. II only and internal trig. from CH. II. In DUAL and ADD mode: Button selects internal trigger signal.
❼ HOLD OFF (knob)	Controls holdoff-time between sweeps. Normal position = full ccw.	❷❾ DUAL (pushbutton switch)	Button released: One channel only. Button depressed: CH. I and CH. II in alternate mode. DUAL and ADD buttons depressed: CH. I and CH. II in chopped mode.
❽ TRIG. (LED)	LED lights, if sweep is triggered.	❷❻ ADD (pushbutton switch)	ADD button depressed only: Algebraic addition in combination with INVERT button.
❾ TV SEP. (lever switch)	TV-Sync-Separator. OFF = Normal operation. TV: H = Line or horizontal frequency. TV: V = Frame or vertical frequency.	❷❼ VOLTS/DIV. (rotary switch)	CH. II input attenuator. Selects input sensitivity in mV/cm or V/cm in 1-2-5 sequence.
❿ TRIG. AC-DC-HF-LF-~ (lever switch)	Trigger selector AC: 10 Hz to 20 MHz. DC: DC to 20 MHz. HF: 1.5 kHz to 40 MHz. LF: DC to 1 kHz. ~: Internal line triggering.	❷❽ VAR. GAIN (center knob)	Continuously variable gain between the calibrated settings of the VOLTS/DIV switch. Increases sensitivity 2.5 : 1. Cal. position: ccw.
⓫ +/- (pushbutton switch)	Selects the slope of the trigger signal. + = rising edge; - = falling edge.	❷❹ DC-AC-GD (slide switch)	Selects input coupling of the CH. II Vertical Amplifier. DC: All components of the input signal are passed. AC: Signal is capacitively coupled (DC is blocked). GD: Signal is disconnected, amplifier input is grounded.
⓫ TIME/DIV. (rotary switch)	Selects timebase speeds from 0.5 μ s/cm to 0.2 s/cm.	❷❹ Ground (4mm socket)	Separate ground jack.
⓫ Variable (center knob)	Timebase variable control. Increases timebase sweep speed 2.5 : 1 Cal. position = full counterclockwise.	❷❹ CH. II BNC connector)	CH. II signal input. Input impedance 1M Ω 30pF.
⓫ EXT. (pushbutton switch)	Button released = internal triggering. Button depressed = external triggering, trigger signal via TRIG. INP. ❶❺.	❷❹ INVERT (CH II) (pushbutton switch)	Inversion of CH. II display. In combination with ADD button ❷❹ = algebraic addition. In X-Y mode inoperative.
❶❺ TRIG. INP. (BNC connector)	Input for external trigger signal, if button ❶❹ is depressed.	❷❹ Y-POS. II (knob)	Controls vertical position of CH. II display. In X-Y mode inoperative.
❶❻ AT/NORM. (pushbutton switch)	Button released = autom. triggering, trace visible without input signal. Button depressed = normal triggering with LEVEL ❶❼ adjustment, trace invisible without signal.		
❶❼ LEVEL (knob)	To adjust trigger point, if AT/NORM. ❶❻ button is depressed.		
❶❼ X-MAG. x10 (pushbutton switch)	10 : 1 expansion in the X direction. Resolution (incl. ❶❼) 20 ns/cm.		
❶❼ CALIBRATOR 0.2V-2V (4,9 mm sockets)	Calibrator output sockets for probes 10 : 1 = 0.2 V _{pp} , 100 : 1 = 2 V _{pp} (□).		
❶❼ COMPONENT TESTER (pushbutton switch and 4 mm jack)	Button depressed: CT in operation. 2-terminal measurement: component connection to CT jack and ground jack.		
❶❼ Y-POS. I (knob)	Controls vertical position of CH. I display.		
❶❼ INVERT (CH I) (pushbutton switch)	Inversion of CH. I display. In combination with ADD button ❷❹ = algebraic addition.		

Controls located underneath the instrument:
CH. I DC-Balance **CH. II** Correction of DC balance.
 (pots) Adjustment with screwdriver.

Test Instructions

General

These Test Instructions are intended as an aid for checking the most important characteristics of the HM 203-6 at regular intervals without the need for expensive test equipment. Resulting corrections and readjustments inside the instrument, indicated by the following tests, are described in the Service Instructions or on the Adjusting Plan. They should only be undertaken by qualified personnel.

As with the First Time Operation instructions, care should be taken that all knobs with arrows are set to their calibrated positions. None of the pushbuttons should be depressed. **TRIG.** selector switch to **AC**, **TV SEP.** switch to **OFF**. It is recommended to switch on the instrument for about 15 minutes prior to the commencement of any check.

Cathode-Ray Tube: Brightness and Focus, Linearity, Raster Distortions

Normally, the CRT of the HM 203-6 has very good brightness. Any reduction of this brightness can only be judged visually. However, decreased brightness may be the result of wrong setting or reduced high voltage. The latter is easily recognized by the greatly increased sensitivity of the vertical amplifier. Wrong setting means, that the controls **HOLD OFF** and **timebase variable** should be turned to the left stop; the **X-MAG. x10** button should be released; a medium time coefficient should be selected; line triggering ($\sim$ position) should be used only with a suitable **TIME/DIV.** switch setting (e.g. **2ms/cm**). The control range for maximum and minimum brightness (intensity) must be such that the beam just disappears before reaching the left hand stop of the **INTENS.** control (particularly when the **X-Y** button is depressed), while with the control at the right hand stop the focus and the line width are just acceptable.

With maximum intensity the timebase fly-back must on no account be visible. Visible trace fault without input signal: bright dot on the left side — **or** — decreasing brightness from left to right or shortening of the baseline. (Cause: Incorrect Unblanking Pulse.) It should be noted that with wide variations in brightness, refocusing is always necessary. Moreover, with maximum brightness, no "pumping" of the display must occur. If pumping does occur, it is normally due to a fault in the regulation circuitry for the high voltage supply. The presetting pots for the high voltage circuit, minimum and maximum intensity, are only accessible inside the instrument (see Adjusting Plan and Service Instructions).

A certain out-of-focus condition in the edge zone of the screen must be accepted. It is limited by standards of the CRT manufacturer. The same is valid for tolerances of the orthogonality, the undeflected spot position, the non-linearity and the raster distortion in the marginal zone of the

screen in accordance with international standards (see CRT data book). These limit values are strictly supervised by HAMEG. The selection of a cathode-ray tube without any tolerances is practically impossible.

Astigmatism Check

Check whether the horizontal and vertical sharpness of the display are equal. This is best seen by displaying a square-wave signal with the repetition rate of approximately 1 MHz. Focus the horizontal tops of the square-wave signal at normal intensity, then check the sharpness of the vertical edges. If it is possible to improve this vertical sharpness by turning the **FOCUS** control, then an adjustment of the astigmatism control is necessary. A potentiometer of 50k Ω (see Adjusting Plan) is provided inside the instrument for the correction of astigmatism (see Service Instructions). A certain loss of marginal sharpness of the CRT is unavoidable; this is due to the manufacturing process of the CRT.

Symmetry and Drift of the Vertical Amplifier

Both of these characteristics are substantially determined by the input stages of the amplifiers. **The checking and correction of the DC balance for the amplifiers should be carried out as already described in the Operating Instructions** (page M8).

The symmetry of both channels and the vertical final amplifier can be checked by inverting Channel I and II (depress the corresponding **INVERT** pushbutton). The vertical position of the trace should not change by more than 5 mm. However, a change of 1 cm is just permissible. Larger deviations indicate that changes have occurred in the amplifier. A further check of the vertical amplifier symmetry is possible by checking the control range of the **Y-POS.** controls. A sine-wave signal of 10-100 kHz is applied to the amplifier input. When the **Y-POS.** control is then turned fully in both directions, from stop to stop with a display height of approximately **8 cm**, the upper and lower positions of the trace that are visible should be approximately of the same height. Differences of up to 1 cm are permissible (input coupling should be set to **AC**).

Checking the drift is relatively simple. **Ten minutes after switching on the instrument**, set the baseline exactly on the horizontal center line of the graticule. The beam position must not change by more than **5 mm** during the following hour. Larger deviations generally result from different characteristics of the dual FETs in both channel inputs to the Y amplifier. To some extent, fluctuations in drift are caused by offset current on the gate. The drift is too high, if the vertical trace position drifts by more than **0.5 mm** on turning the appropriate attenuator switch through all 12 steps. Sometimes such effects occur after long periods of operation.

Calibration of the Vertical Amplifier

Two square-wave voltages of $0.2V_{pp}$ and $2V_{pp} \pm 1\%$ are present at the output eyelets of the calibrator (**CAL.**). If a direct connection is made between the **0.2V** output and the input of the vertical amplifier (e.g. using a **x1 probe**), the displayed signal in the **50mV/cm** position (variable control to **CAL.**) should be **4cm** high (**DC** input coupling). Maximum deviations of 1.2mm (3%) are permissible. If a **X10 probe** is connected between the **2V** output and Y input, the same display height should result. With higher tolerances it should first be investigated whether the cause lies, within the amplifier or in the amplitude of the square-wave signal. On occasions it is possible that the probe is faulty or incorrectly compensated. If necessary the measuring amplifier can be calibrated with an accurately known DC voltage (**DC** input coupling). The trace position should then vary in accordance with the deflection coefficient set.

With variable control at the attenuator switch fully clockwise, the input sensitivity is increased at least by the factor 2.5 in each position. In the **100mV/cm** position, the displayed calibrator signal height should vary from 2cm to at least 5cm.

Transmission Performance of the Vertical Amplifier

The transient response and the delay distortion correction can only be checked with the aid of a square-wave generator with a fast risetime (**max. 5ns**). The signal coaxial cable (e.g. HZ34) must be terminated at the vertical input of the oscilloscope with a resistor equal to the characteristic impedance of the cable (e.g. with HZ22). Checks should be made at 100Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz and 1MHz, the deflection coefficient should be set at **5mV/cm** with **DC** input coupling (Y variable control in **CAL.** position). In so doing, the square pulses must have a flat top without ramp-off, spikes and glitches; no overshoot is permitted, especially at 1MHz and a display height of **4-5cm**. At the same time, the leading top corner of the pulse must not be rounded. In general, no great changes occur after the instrument has left the factory, and it is left to the operator's discretion whether this test is undertaken or not. A suited generator for this test is HZ60 from HAMEG.

Of course, the quality of the transmission performance is not only dependent on the vertical amplifier. **The input attenuators**, located in the front of the amplifier, **are frequency-compensated in each position**. Even small capacitive changes can reduce the transmission performance. Faults of this kind are as a rule most easily detected with a square-wave signal with a low repetition rate (e.g. 1kHz). If a suitable generator with max. output of $40V_{pp}$ is available, it is advisable to check at regular intervals the deflection coefficients on all positions of the input attenuators and readjust them as necessary. A compensated **2:1 series attenuator**

(e.g. HZ23) is also necessary, and this must be matched to the input impedance of the oscilloscope. This attenuator can be made up locally. It is important that this attenuator is shielded. For local manufacture, the electrical components required are a $1M\Omega \pm 1\%$ resistor and, in parallel with it, a trimmer 3-15pF in parallel with approx. 20pF. One side of this parallel circuit is connected directly to the input connector of CH.I or CH.II and the other side is connected to the generator, if possible via a low-capacitance coaxial cable. The series attenuator must be matched to the input impedance of the oscilloscope in the **5mV/cm** position (variable control to **CAL.**, **DC** input coupling; square tops exactly horizontal; no ramp-off is permitted). This is achieved by adjusting the trimmer located in the 2:1 attenuator. **The shape of the square-wave should then be the same in each input attenuator position.**

Operating Modes: CH.I/II, DUAL, ADD, CHOP., INVERT and X-Y Operation

On depressing the **DUAL** pushbutton, two traces must appear immediately. On actuation of the **Y-POS.** controls, the trace positions should have no effect on each other. Nevertheless, this cannot be entirely avoided, even in fully serviceable instruments. When one trace is shifted vertically across the entire screen, the position of the other trace must not vary by more than 0.5mm.

A criterion in chopped operation is trace widening and shadowing around and within the two traces in the upper or lower region of the screen. Set **TIME/DIV.** switch to **2μs/cm**, depress the **DUAL** and **CHOP.** pushbutton, set input coupling of both channels to **GD** and advance the **INTENS.** control fully clockwise. Adjust **FOCUS** for a sharp display. With the **Y-POS.** controls shift one of the traces to a +2cm, the other to a -2cm vertical position from the horizontal center line of the graticule. Do not try to synchronize (with the time variable control) the chop frequency (0.5MHz)! Then alternately release and depress the **CHOP.** pushbutton. Check for negligible trace widening and periodic shadowing in the chopped mode.

It is important to note that in the **I+II** or **-I-II** add mode (only **ADD** depressed) or the **-I+II** or **+I-II** difference mode (specific **INVERT** buttons depressed in addition) the vertical position of the trace can be adjusted by using **both** the Channel I and Channel II **Y-POS.** controls.

In X-Y Operation (**X-Y** pushbutton depressed), the sensitivity in both deflection directions will be the same. When the signal from the built-in square-wave generator is applied to the input of Channel II, then, as with Channel I in the vertical direction, there must be a horizontal deflection of **4cm** when the deflection coefficient is set to **50mV/cm** position (variable control set to its **CAL.** position, **X-MAG. x10** button in out position). The check of the mono channel display with the **CH.I/II** button is unnecessary; it is contained indirectly in the tests above stated.

Triggering Checks

The internal trigger threshold is important as it determines the display height from which a signal will be stably displayed. It should be approx. 3-5mm for the HM203-6. An increased trigger sensitivity creates the risk of response to the noise level in the trigger circuit, especially when the sensitivity of the vertical input is increased by turning the variable control fully clockwise. This can produce double-triggering with two out-of-phase traces. Alteration of the trigger threshold is only possible internally. Checks can be made with any **sine-wave voltage** between 50Hz and 1 MHz. The **AT/NORM.** button should be in out position (**Automatic Triggering**). Following this it should be ascertained whether the same trigger sensitivity is also present with Normal Triggering (**AT/NORM.** button depressed). In this trigger mode, a **LEVEL** adjustment is necessary. The checks should show the same trigger threshold with the same frequency. On depressing the **+/-** slope button, the start of the sweep changes from the positive-going to the negative-going edge of the trigger signal. As described in the Operating Instructions, the trigger frequency range is dependent on the trigger coupling selected. For higher frequencies the **HF** coupling mode must be selected. In this mode, triggering up to at least 40MHz (sine-wave) is possible. Internally the HM203-6 should trigger perfectly at a display height of approx. 5mm, when the appropriate trigger coupling mode is set.

For external triggering (**EXT.** button depressed), the **EXT. TRIG.** input connector requires a signal voltage of at least **0.25 V_{pp}**, which is in synchronism with the Y input signal. The voltage value is dependent on the frequency and the trigger coupling mode (**AC-DC-HF-LF**).

Checking of the TV triggering is possible with a video signal of any given polarity. Use the **TV: H** position of the **TV SEP.** switch for triggering on **line** or horizontal frequency (**TIME/DIV.** switch to 20 or 10µs/cm). The **TV: V** position is required for **frame** or vertical frequency (**TIME/DIV.** switch to 5 or 2ms/cm). With the **+/-** button the correct slope of the line sync pulse (front edge) must be selected. This slope is then valid for both sync frequencies.

Perfect TV triggering is achieved, when in both display modes the amplitude of the complete TV signal (from white level to the top of the line sync pulse) is limited between 0.8 and 8cm.

The display should not shift horizontally during a change of the trigger coupling from **AC** to **DC** with a **sine-wave signal without DC offset**. The basic requirement for this is a correct **DC Balance Adjustment** on the input of the vertical amplifier (see Operating Instructions, page M8).

If both vertical inputs are **AC** coupled to the same signal and both traces are brought to coincide exactly on the screen,

when working in the **alternate dual channel mode**, then no change in display should be noticeable, when the **CH.I/II-TRIG.I/II** button is depressed or released or when the **TRIG.** selector switch is changed from **AC** to **DC** position.

Checking of the line/mains frequency triggering (50-60Hz) is possible, when the input signal is time-related (multiple or submultiple) to the power line frequency (**TRIG.** selector switch to $\sim$). There is no trigger threshold in this trigger mode. Even very small input signals are triggered stably (e.g. ripple voltage). For this check, use an input of approx. 1V. The displayed signal height can then be varied by turning the respective input attenuator switch and its variable control.

Timebase

Before checking the timebase it should be ascertained that the **trace length is 10.1 cm in all time ranges**. If not, it can be corrected with the potentiometer for sweep amplitude (see Adjusting Plan). This adjustment should be made with the **TIME/DIV.** switch in a mid position (i.e. **5µs/cm**). Prior to the commencement of any check set the time variable control to **CAL.** The **X-MAG. x10** button should be in out position. This condition should be maintained until the variation ranges of these controls are checked.

Check that the **sweep runs from the left to the right side of the screen** (**TIME/DIV.** switch to **0.2s/cm**; **X-POS.** control in mid-range). This check is only necessary after changing the cathode-ray tube.

If a precise marker signal is not available for checking the **Timebase time coefficients**, then an accurate sine-wave generator may be used. Its frequency tolerance should not be greater than $\pm 1\%$. The timebase accuracy of the HM203-6 is given as $\pm 3\%$, but as a rule it is considerably better than this. For the simultaneous checking of timebase linearity and accuracy at least 10 oscillations, i.e. **1 cycle every cm**, should always be displayed. For precise determination, set the peak of the first marker or cycle peak exactly behind the first vertical graticule line using the **X-POS.** control. Deviation tendencies can be noted after some of the marker or cycle peaks.

The **20** and **10ms/cm** ranges of the **TIME/DIV.** switch can be checked very precisely with line frequency (**50Hz only**). On the **20ms/cm** range a cycle will be displayed every cm, while on the **10ms/cm** range it will be every 2cm.

If a precise Time Mark Generator is used for checking, e.g. HZ62, Normal Triggering (**AT/NORM.** button depressed) and **LEVEL** control adjustment is recommended.

The following table shows which frequencies are required for the particular ranges.

0.2 s/cm – 5 Hz	0.2 ms/cm – 5 kHz
0.1 s/cm – 10 Hz	0.1 ms/cm – 10 kHz
50 ms/cm – 20 Hz	50 μ s/cm – 20 kHz
20 ms/cm – 50 Hz	20 μ s/cm – 50 kHz
10 ms/cm – 100 Hz	10 μ s/cm – 100 kHz
5 ms/cm – 200 Hz	5 μ s/cm – 200 kHz
2 ms/cm – 500 Hz	2 μ s/cm – 500 kHz
1 ms/cm – 1 kHz	1 μ s/cm – 1 MHz
0.5 ms/cm – 2 kHz	0.5 μ s/cm – 2 MHz

The **time variable control** range can also be checked. The sweep speed becomes faster by turning this variable control clockwise to its right stop. One cycle at least every **2.5 cm** should be displayed (with **X-MAG. x10** button in out position; measurement in the **50 μ s/cm** range).

When the **X-MAG. x10** button is depressed, a marker or cycle peak will be displayed every 10 cm $\pm 5\%$ (with variable control in **CAL.** position; measurement in the **5 μ s/cm** range). The tolerance is better measurable in the **50 μ s/cm** range (one cycle every 1 cm).

Holdoff time

The variation of the holdoff time during turning the **HOLD OFF** knob can not be tested without opening the instrument. However, a visual check can be made.

Without input signal, set **TIME/DIV.** and time variable control cw, use automatic triggering. At the left hand stop of the **HOLDOFF** knob, the trace should be bright. It should darken remarkably at the right hand stop of the **HOLDOFF** knob.

Component Tester

After pressing the **CT** button, a horizontal straight line has to appear immediately, when the **CT** socket is open. The length of this trace should be approx. **8 cm**. With connection of the **CT** socket to one of the ground jacks in the Y-Section, a vertical straight line with approx. 6 cm height should be displayed. The above stated measurements have some tolerances. They are dependent among other things on the mains/line voltage.

Trace Alignment

The CRT has an admissible angular deviation $\pm 5^\circ$ between the X deflection plane D1-D2 and the horizontal center line of the internal graticule. This deviation, due to tube production tolerances (and only important after changing the CRT), and also the influence of the earth's magnetic field, which is dependent on the instrument's North orientation, are corrected by means of the **TR** potentiometer. In general, the trace rotation range is asymmetric. It should be checked, whether the baseline can be adjusted somewhat sloping **to both sides** round about the horizontal center line of the graticule. With the HM203-6 in its closed case, an angle of rotation $\pm 0.57^\circ$ (1 mm difference in elevation per 10 cm graticule length) is sufficient for the compensation of the earth's magnetic field.

Mains/Line Voltage Checks

If a variable mains/line transformer is available, the characteristics of the HM203-6 on power voltage fluctuations of $\pm 10\%$, referred to the voltage indicated by a triangle above the fuse holder (rear panel), should be checked. Under these conditions no variations should be detected on the display in either the vertical or horizontal axis.

HAMEG

Oscilloscopes

Multimeters

Counter Timers

Power Supplies

Calibrators

Signal

Generators

Check Point

Testers

West Germany

HAMEG GmbH

Kelsterbacher Str. 15-19
6000 FRANKFURT am Main 71
Tel. (069) 67805-0 · Telex 413866
Telefax (069) 6780513

France

HAMEG S.a.r.l.

5-9, av. de la République
94800-VILLEJUIF
Tél. (1) 46 77 81 51 · Télex 270 705
Telefax (1) 47 26 35 44

Spain

HAMEG S.A.

Villarroel 172-174
08036 BARCELONA
Téléf. (93) 230 1597 / 230 11 00
Telex 99816 · Telefax (93) 321 22 01

Great Britain

HAMEG LTD

74-78 Collingdon Street
LUTON, Bedfordshire LU1 1RX
Tel. (0582) 41 31 74 · Telex 825 484
Telefax (0582) 45 64 16

United States of America

HAMEG, Inc.

88-90 Harbor Road
PORT WASHINGTON, NY 11050
Phone (516) 883-3837
Telex (023) 497-4606
Telefax (516) 883-3894

HAMEG, Inc.

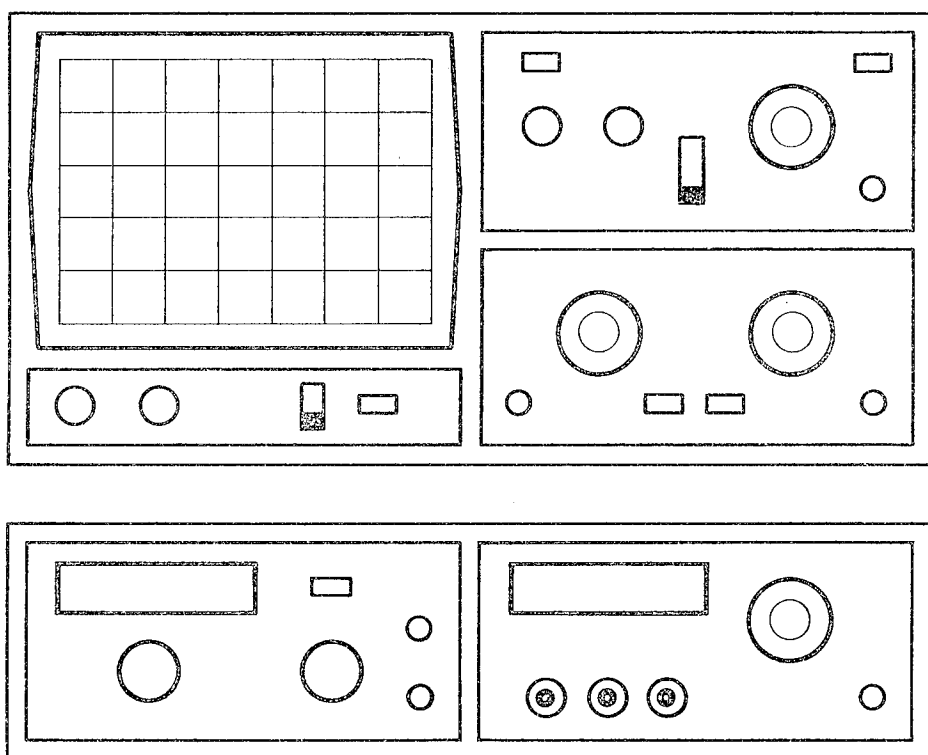
Hancock Business Park
4790 Wesley Drive
ANAHEIM, CA 92807
Phone (714) 970-9575
Telefax (714) 970-0328

HAMEG

Instruments

MANUAL

Oszilloskop HM203-6



Oszilloskop-Datenblatt

mit technischen Einzelheiten P 1

Zubehör-Kurzdaten Z 1

Betriebsanleitung

Allgemeine Hinweise	M 1
Aufstellung des Gerätes	M 1
Sicherheit	M 1
Betriebsbedingungen	M 1
Garantie	M 2
Wartung	M 2
Netzspannungsumschaltung	M 2
Art der Signalspannung	M 3
Größe der Signalspannung	M 3
Zeitwerte der Signalspannung	M 4
Anlegen der Signalspannung	M 6
Bedien-Elemente	M 7
Inbetriebnahme und Voreinstellung	M 8
Strahldrehung TR	M 8
Korrektur der DC-Balance	M 8
Tastkopf-Abgleich und Anwendung	M 8
Betriebsarten der Vertikalverstärker	M 9
XY-Betrieb	M10
Phasendifferenz-Messung im Zweikanalbetrieb	M10
Messung einer Amplitudenmodulation	M11
Triggerung und Zeitablenkung	M11
Holdoff-Zeit-Einstellung	M14
Komponenten-Test	M15
Testbilder	M17

Kurzanleitung K 1,

Bedienungselemente

mit herausklappbarem Frontbild K 2

Testplan

Allgemeines	T 1
Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung	T 1
Astigmatismuskontrolle	T 1
Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers	T 1
Calibration des Vertikalverstärkers	T 1
Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers	T 2
Betriebsarten: CH I/II, DUAL, ADD, CHOP., INV. I und XY-Betrieb	T 2
Kontrolle Triggerung	T 3
Zeitablenkung	T 3
Hold-off-Zeit	T 4
Komponenten-Tester	T 4
Korrektur der Strahllage	T 4

Oscilloscope HM 203-6

Technische Daten

Betriebsarten

Kanal I, Kanal II, Kanal I und Kanal II,
Kanalumschaltung: alt. u. chop. (ca. 0,5 MHz).
Summe und Differenz: $\pm$ Kanal I $\pm$ Kanal II
 (beide Kanäle sind invertierbar).
XY-Betrieb: über K II und K I.

Vertikalablenkung (Y)

Frequenzbereich: 2x 0 bis 20 MHz (-3 dB).
 Anstiegszeit: ca. 17,5 ns. Überspringen: $\leq 1\%$.
Ablenkoeffizienten: 12 kalibrierte Stellungen
 von 5 mV/cm bis 20 V/cm mit 1-2-5 Teilung,
 variabel 1:2,5 bis mindestens **2 mV/cm**.
 Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: $\pm 3\%$.
Eingangsimpedanz: 1 M Ω || 30 pF.
 Eingangskopplung: AC (-3 dB $\triangleq$ max. 2 Hz) –
 DC – GROUND.
 Eingangsspannung: max. 400 V (DC + Spitze AC).

Zeitablenkung (T)

Zeitkoeffizienten: 18 kalibrierte Stellungen
 von 0,5 μ s/cm bis 0,2 s/cm mit 1-2-5 Teilung,
 variabel 1:2,5 bis mindestens 0,2 μ s/cm,
 mit **X-Dehnung x 10** ($\pm 5\%$) bis ca. **20 ns/cm**.
 Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: $\pm 3\%$.
 Hold-off-Zeit: variabel bis ca. 10:1.
Triggerung: Automatik (≥ 10 Hz) oder Normal
 mit Pegeleinstellung. **LED-Anz.** für Triggereinsatz.
 Bandbreite: **0 bis 40 MHz** ab 5 mm, ext. $\geq 0,25$ V.
 Flankenrichtung: positiv oder negativ.
 Quellen: K I, K II, Netz, extern.
 Kopplung: **AC** (≥ 10 Hz), **DC**, **LF** (0 bis ≤ 1 kHz),
HF ($\geq 1,5$ kHz bis 40 MHz).
Aktiver TV-Sync-Separator für Zeile und Bild.

Horizontalablenkung (X)

Frequenzbereich: 0 bis 2,5 MHz (-3 dB).
 Eingang über K II (siehe Vertikalablenkung).
X-Y-Phasendifferenz: $< 3^\circ$ unter 120 kHz.

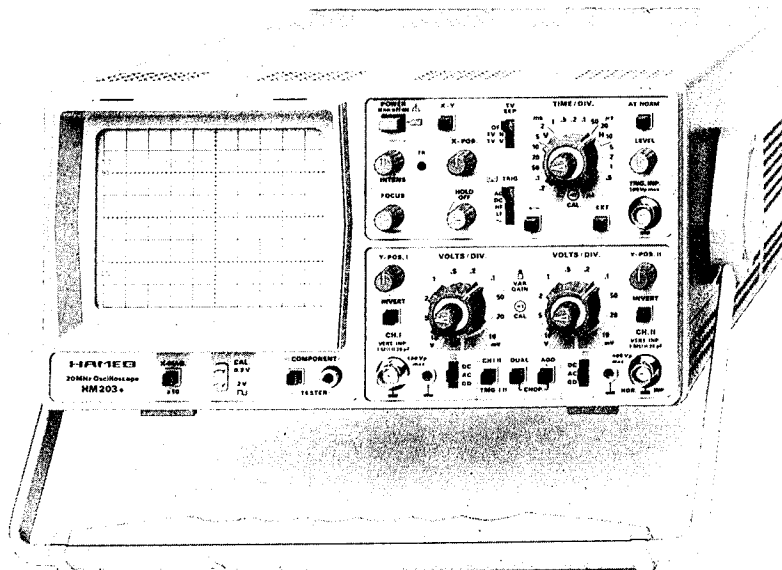
Component-Tester

Testspannung: max. 8,5 V_{eff} (Leerlauf).
Teststrom: max. 24 mA_{eff} (Kurzschluß).
Testfrequenz: 50 bzw. 60 Hz (Netzfrequenz).
 Testkabelanschluß: 2 Steckbuchsen 4 mm $\varnothing$.
 Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter).

Verschiedenes

Röhre: D14-364 GY/123, **8x10 cm**,
 Rechteckform, Innenraster, Schnellheizung.
 Beschleunigungsspannung: 2000 V.
 Strahldrehung: auf Frontseite einstellbar.
Calibrator: Rechteckgenerator ca. 1 kHz für
 Tastkopfabgleich. Ausgang: 0,2 V u. 2 V $\pm 1\%$.
Netzanschluß: 110, 125, 220, 240 V ~.
 Zulässige Netzspannungsschwankung: $\pm 10\%$.
 Netzfrequenzbereich: 50 bis 60 Hz.
Leistungsaufnahme: ca. 37 Watt.
Schutzart: Schutzklasse I (VDE 0411).
 (Schutzklasse II gegen Aufpreis.)
 Gewicht: ca. 7,5 kg. Farbe: techno-braun.
 Gehäusemaße: **B** 285, **H** 145, **T** 380 mm.
 Mit verstellbarem Aufstell-Tragegriff.

Änderungen vorbehalten.



20 MHz Standard-Oszilloskop

Y: 2 Kanäle, max. Empfindlichkeit 2 mV/cm; Component-Tester.
X: 0,2 s - 20 ns/cm inkl. Dehnung x 10. Variable Hold-off-Zeit.
Triggerung DC bis 40 MHz; TV-Sync-Separator; Trigger-LED.

Auch die neueste Version dieses nach wie vor in Europa meistverkauften **Oszilloskops** entspricht in jeder Hinsicht der Forderung nach guter Leistung, verbunden mit einfacher Bedienbarkeit. Besonderes Qualitätsmerkmal ist unter anderem das **exzellente Impulsverhalten** des Meßverstärkers. Vor allem bei der Darstellung von Rechtecksignalen mit geringer Anstiegszeit zeigt sich, daß man die Übertragungsqualität des **HM 203-6** ohne weiteres mit der von teuren Laboroszilloskopen vergleichen kann. Um in jedem Fall bei **Summen-, Differenz- oder Video-Signalen** eine vorzeichen- oder lagerichtige Darstellung zu ermöglichen, sind jetzt **beide Kanäle invertierbar**. Einmalig in dieser Preisklasse ist die Vielzahl der vorhandenen Triggermöglichkeiten. Obwohl nur bis 40 MHz angegeben, triggern normalerweise alle Geräte ab 5 mm Bildhöhe von **DC bis über 60 MHz**. Störende Triggerphasen, wie sie z.B. bei komplizierten Signalgemischen auftreten, können mit Hilfe des „**Hold-off**“-Reglers unterdrückt werden. Für die einwandfreie Triggerung von TV-Signalen für Zeile und Bild besitzt der **HM 203-6** einen aktiven **TV-Sync-Separator**. Der Triggerzustand der Zeitablenkung wird mittels einer **LED** angezeigt.

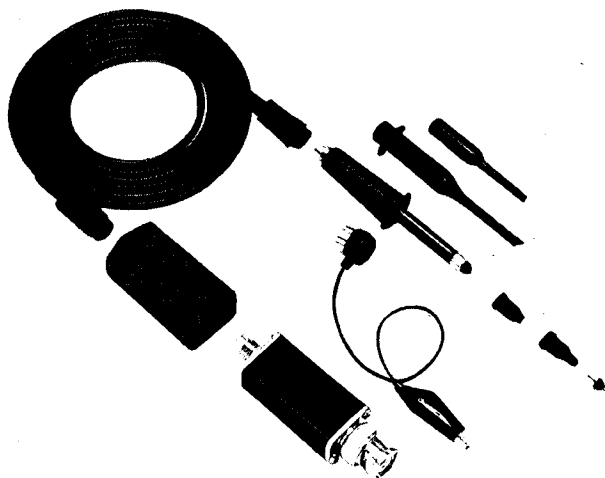
Das 8x10 cm große **Innenraster** der verwendeten Strahlröhre gestattet eine **parallaxfreie Betrachtung** des Schirmbildes auch **aus seitlicher Sicht**. Die horizontale Strahlage ist zur Kompensation des erdmagnetischen Feldes von außen einstellbar.

Besonders für den Service wurde der **HM 203-6** ebenfalls mit dem bewährten **Component-Tester** ausgestattet. Dieser ermöglicht unter anderem den **Test von Halbleitern** direkt in der Schaltung. Test-Spannung und -Strom sind so bemessen, daß normale Halbleiter oder andere Bauteile dabei nicht zerstört werden können. Das Testergebnis wird auf dem Schirm dargestellt.

Der **HM 203-6** wurde für allgemeine Anwendungen in Industrie und Service entwickelt. Die **Vielzahl seiner Betriebsarten**, die klare Gliederung der drei Frontplatten und die einfache Bedienung empfehlen ihn auch für die **Ausbildung von Ingenieuren und Technikern**.

Mitgeliefertes Zubehör

2 umschaltbare Tastköpfe 10:1, 1:1; Abgleichsschlüssel für
Tastköpfe u. DC-Balance; Netzkabel, Bedienungsanleitung.



Modulare Tastköpfe

Klare Vorteile gegenüber herkömmlichen Tastköpfen sind die leichte Auswechselbarkeit aller sich abnutzenden Teile sowie der **zusätzliche HF-Abgleich** der 10:1-Teiler. Damit können erstmals Tastköpfe dieser Preisklasse auch HF-mäßig richtig an jeden Oszilloskop-Eingang angepaßt werden. Dies ist vor allem bei Geräten höherer Bandbreite (ab 50 MHz) erforderlich, da sonst bei Wiedergabe z.B. schneller Rechtecke starkes Überspringen oder Verundungen auftreten können. Der HF-Abgleich ist jedoch nur mit Generatoren schneller Anstiegszeit $< 5 \text{ ns}$ exakt durchführbar. Im HM204-2, HM208 und HM605 ist dieser bereits eingebaut. Für ältere Oszilloskope ist er in Form eines kleinen Zusatzgerätes unter der Bezeichnung HZ60 erhältlich. Die z.Z. lieferbaren Tastköpfe sind untenstehend aufgeführt.

Typ	HZ50	HZ51	HZ52	HZ53	HZ54 schaltbar
Teilverhältnis	1:1	10:1	10:1 (HF)	100:1	1:1 / 10:1
Bandbreite (MHz)	30	150	250	150	10 / 150
Anstiegszeit (ns)	11	< 2	$< 1,4$	< 2	35 / < 2
Kapazität (pF)	45	16	16	6,5	40 / 18
Eing.-Widerstand (M Ω)	1	10	10	100	1 / 10
Max. Spannung (V)	600	600	600	1200	600
Kabellänge (m)	1,2	1,2	1,5	1,5	1,2

Demodulator Tastkopf

HZ55

Zur AM-Demodulation und für Wobbelmessungen. HF-Bandbreite 100 kHz – 500 MHz ($\pm 1 \text{ dB}$). HF-Eingangsspannungsbereich 250 mV – 50 V_{eff}. Maximale Eingangsspannung 200 V. Kabellänge 1,2 m.

Standard Tastköpfe

Für Oszilloskope bis 20 MHz Bandbreite eignen sich nach wie vor die bewährten Standardausführungen.

Typ	HZ30	HZ35	HZ36 schaltbar
Teilverhältnis	10:1	1:1	1:1 / 10:1
Bandbreite (MHz)	100	10	10 / 100
Anstiegszeit (ns)	3,5	35	35 / 3,5
Kapazität (pF)	13	47	47 / 13
Eing.-Widerstand (M Ω)	10	1	1 / 10
Max. Spannung (V)	600	600	600
Länge (m)	1,5	1,5	1,5

Meßkabel Banane—BNC

HZ32

Koaxialkabel, Länge 1,15 m, Wellenwiderstand 50 Ω . Kabelkapazität 120 pF. Eingangsspannung max. 500 V_s.

Meßkabel BNC—BNC

HZ34

Koaxialkabel, Länge 1,2 m. Wellenwiderstand 50 Ω . Kabelkapazität 126 pF. Eingangsspannung max. 500 V_s.

Übergangsadapter Banane—BNC

HZ20

Zwei Schraubklemmbuchsen 4 mm (mit Querloch) im Abstand 19 mm, mit BNC-Stecker. Eingangsspannung max. 500 V_s.

50 Ω -Durchgangsabschluß

HZ22

Unentbehrlich für den Abschluß von 50 Ω -Meßkabeln. Mit induktionsarmem 50 Ω -Widerstand (max. 2 Watt belastbar).

Tragetaschen

Für HM203-1 und HM203-3

HZ42

Für HM312, HM412, HM512 und HM705

HZ43

Für HM307, HZ62 und HZ64

HZ44

Für HM103

HZ45

Für HM203-4, HM203-5, HM204, HM204-2, HM208 und HM605

HZ46

Lichtschutztubus

HZ47

Für HM203, HM204, HM208, HM605, HM705, HM808 sowie HM312, HM412, HM512 und HM812

Scope-Tester

HZ60

Zur Kontrolle des Y-Verstärkers und der Zeitbasis sowie den Abgleich aller Tastköpfe besitzt der HZ60 einen quartz gesteuerten Rechteckgenerator mit den Frequenzen 1, 10, 100 kHz und 1 MHz kurzer Anstiegszeit (ca. 3 ns). An 3 BNC-Ausgängen können 25 mV_{ss} an 50 Ω , 0,25 V_{ss} oder 2,5 V_{ss} $\pm 1\%$ entnommen werden. Batterie- oder Netzbetrieb möglich.

Component-Tester

HZ65

Der HZ65 ist eine unentbehrliche Hilfe bei der Fehlersuche in elektronischen Schaltungen. Mit ihm sind sowohl Tests einzelner Bauelemente als auch Prüfungen direkt in der Schaltung möglich. Das Gerät arbeitet mit jedem auf externe Horizontalablenkung (XY-Betrieb) umschaltbaren Oszilloskop. So können fast alle Halbleiter, Widerstände, Kondensatoren und Spulen zerstörungsfrei überprüft werden. Zwei Fassungen gestatten schnelle Tests der drei Halbleiterstrecken beliebiger Kleinleistungstransistoren. Andere Bauteile sind über Steckbuchsen anschließbar. Testkabel werden mitgeliefert.

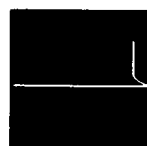
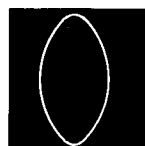
Beispiele von Testbildern:

Kurzschluß

Kondensator 33 μF

Strecke E-C

Z-Diode $< 8 \text{ V}$



Allgemeine Hinweise

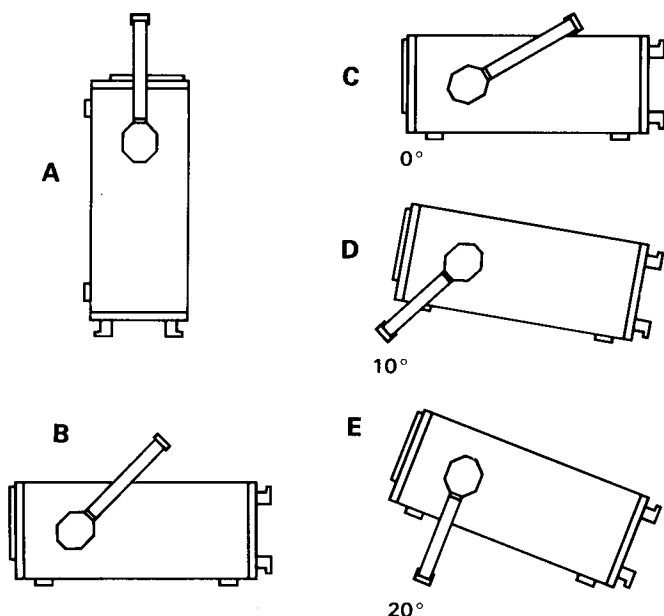
Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.

Außerdem ist vor Inbetriebnahme festzustellen, ob das Gerät auf die richtige Netzspannung eingestellt ist. Sollte der am Rückdeckel mit Pfeil markierte Wert nicht mit der vorhandenen Netzspannung übereinstimmen, ist entsprechend den Anweisungen auf Seite M2 umzuschalten.

Aufstellung des Gerätes

Für die optimale Betrachtung des Bildschirms kann das Gerät in drei verschiedenen Positionen aufgestellt werden (siehe Bilder C, D, E). Wird das Gerät nach dem Tragen senkrecht aufgesetzt, bleibt der Griff automatisch in der Tragestellung stehen, siehe Abb. A.

Will man das Gerät waagrecht auf eine Fläche stellen, wird der Griff einfach auf die obere Seite des Oszilloskops gelegt (Abb. C). Wird eine Lage entsprechend Abb. D gewünscht (10° Neigung), ist der Griff, ausgehend von der Tragestellung A, in Richtung Unterkante zu schwenken bis er automatisch einrastet. Wird für die Betrachtung eine noch höhere Lage des Bildschirms erforderlich, zieht man den Griff wieder aus der Raststellung und drückt ihn weiter nach hinten, bis er abermals einrastet (Abb. E mit 20° Neigung). Der Griff läßt sich auch in eine Position für waagrechtes Tragen bringen. Hierfür muß man diesen in Richtung Oberseite schwenken und, wie aus Abb. B ersichtlich, ungefähr in der Mitte schräg nach oben ziehend einrasten. Dabei muß das Gerät gleichzeitig angehoben werden, da sonst der Griff sofort wieder ausrastet.



Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß **VDE 0411 Teil 1 und 1a, Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte**, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Service-Anleitung enthalten sind. **Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden.** Das Gerät entspricht den Bestimmungen der **Schutzklasse I**. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2000 V 50 Hz geprüft. Durch Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten können u.U. netzfrequente Brummspannungen im Meßkreis auftreten. Dies ist bei Benutzung eines Schutz-Trenntransformators der Schutzklasse II vor dem Oszilloskop leicht zu vermeiden. Ohne Trenntrafo darf das Gerät aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. **Der Netzstecker muß eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.** Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Falls für die Aufzeichnung von Signalen mit hochliegendem Nullpotential ein Schutz-Trenntrafo verwendet wird, ist zu beachten, daß diese Spannung dann auch am Gehäuse und anderen berührbaren Metallteilen des Oszilloskops liegt. Spannungen bis 42 V sind ungefährlich. Höhere Spannungen können jedoch lebensgefährlich sein. Es sind dann unbedingt besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.

Wie bei den meisten Elektronenröhren entstehen auch in der Bildröhre γ -Strahlen. Diese bleiben **weit unter der zulässigen Ionendosisleistung von 36 pA/kg**.

Wenn anzunehmen ist, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Diese Annahme ist berechtigt,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entsprach).

Betriebsbedingungen

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs reicht von +10 °C... +40 °C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen -40 °C und +70 °C betragen. Hat sich während des Trans-

ports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muß das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Oszilloskop ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen. Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!

Nennwerten mit Toleranzen oder Grenzwerten gelten nach einer Anwärmzeit von 30 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur zwischen 15 °C und 30 °C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Geräts.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen Qualitäts-Test mit 10stündigem „burn-in“. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Dennoch ist es möglich, daß ein Bauteil erst nach längerer Betriebsdauer ausfällt. Daher wird auf alle Geräte eine **Funktionsgarantie von 2 Jahren** gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post, Bahn oder Spedition wird empfohlen, die Originalverpackung sorgfältig aufzubewahren. Transportschäden und Schäden durch grobe Fahrlässigkeit werden von der Garantie nicht erfaßt.

Bei einer Beanstandung sollte man am Gehäuse des Gerätes einen Zettel zu befestigen, der stichwortartig den beobachteten Fehler beschreibt. Wenn dabei gleich der Name und die Telefon-Nr. (Vorwahl und Ruf- bzw. Durchwahl-Nr. oder Abteilungsbezeichnung) für evtl. Rückfragen angegeben wird, dient dies einer beschleunigten Abwicklung.

Wartung

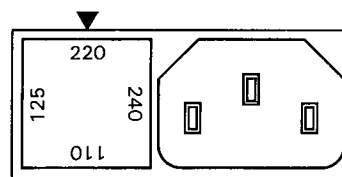
Verschiedene wichtige Eigenschaften des Oszilloskops sollten in gewissen Zeitabständen sorgfältig überprüft werden. Nur so besteht eine weitgehende Sicherheit, daß alle Signale mit der den technischen Daten zugrundeliegenden Exaktheit dargestellt werden. Die im **Testplan** dieses Manuals beschriebenen Prüfmethoden sind ohne großen Aufwand an Meßgeräten durchführbar. Sehr empfehlenswert ist jedoch ein HAMEG **SCOPE-TESTER HZ 60**, der trotz sei-

nes niedrigen Preises Aufgaben dieser Art hervorragend erfüllt (siehe Zubehörseite Z1).

Die Außenseite des Oszilloskops sollte regelmäßig mit einem Staubpinsel gereinigt werden. Hartnäckiger Schmutz an Gehäuse und Griff, den Kunststoff- und Aluminiumteilen läßt sich mit einem angefeuchteten Tuch (Wasser + 1 % Entspannungsmittel) entfernen. Bei fettigem Schmutz kann Brennspritus oder Waschbenzin (Petroleumäther) benutzt werden. Die Sichtscheibe darf mit Wasser oder Waschbenzin (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gereinigt werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fusselfreien Tuch nachzureiben. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

Netzspannungsumschaltung

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220 V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf andere Spannungen erfolgt am Netzsicherungshalter, kombiniert mit dem 3poligen Kaltgeräte-Stecker an der Gehäuserückwand. Zunächst wird der mit den Spannungswerten bedruckte Sicherungshalter mittels kleinen Schraubenziehers entfernt und – wenn erforderlich – mit einer anderen Sicherung versehen. Der vorgeschriebene Wert ist der untenstehenden Tabelle zu entnehmen. Anschließend ist der Sicherungshalter so einzusetzen, daß das eingeprägte weiße Dreieck auf den gewünschten Netzspannungswert zeigt. Dabei sollte man darauf achten, daß die Deckplatte auch richtig eingerastet ist. Die Verwendung geflickter Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Garantieleistungen.



Sicherungstyp: Größe **5 x 20 mm**; 250 V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662 (evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: **träge (T)**.

Netzspannung

110 V ~ ±10%:
125 V ~ ±10%:
220 V ~ ±10%:
240 V ~ ±10%:

Sich.-Nennstrom

T 0,63 A
T 0,63 A
T 0,315 A
T 0,315 A

Art der Signalspannung

Mit dem HM203-6 können praktisch alle sich periodisch wiederholenden Signalarten oszilloskopiert werden, deren **Frequenzspektrum unter 20 MHz** liegt. Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren **Oberwellenanteile** übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muß deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM203-6 ist deshalb nur bis ca. 2 MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z.B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u.U. die Zuhilfenahme des **HOLD OFF**- und/oder des Zeit-Feinstellers erforderlich. **Fernseh-Video-Signale** (FBAS-Signale) sind mit Hilfe des **aktiven TV-Sync-Separator** (TV SEP.-Schalter) leicht triggerbar.

Für den wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat der Vertikalverstärker-Eingang einen **DC/AC-Schalter** (DC = direct current; AC = alternating current). Mit Gleichstromkopplung **DC** sollte nur bei vorgeschaltetem Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden, oder wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

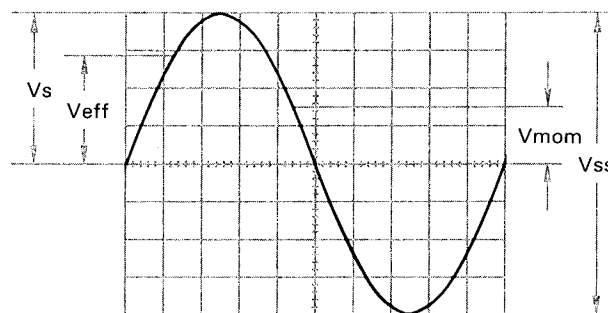
Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC**-Wechselstromkopplung des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten (**AC**-Grenzfrequenz ca. 1,6 Hz für -3 dB). In diesem Falle ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die **DC**-Kopplung vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des auf **DC**-Kopplung geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. **DC**-Kopplung ist auch für die Darstellung von Logik- und Impuls-Signalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit **DC**-Kopplung gemessen werden.

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der V_{ss} -Wert (Volt-Spitze-

Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muß der sich in V_{ss} ergebende Wert durch $2 \times \sqrt{2} = 2,83$ dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, daß in V_{eff} angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied in V_{ss} haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.



Spannungswerte an einer Sinuskurve

V_{eff} = Effektivwert; V_s = einfacher Spitzenwert;
 V_{ss} = Spitze-Spitze-Wert; V_{mom} = Momentanwert

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt ca. **2 mV_{ss}**, wenn der **Feinstell-Knopf** am auf **5 mV/cm** eingestellten Eingangsteilerschalter bis zum Anschlag nach **rechts** gedreht ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkoeffizienten am Eingangsteiler sind in mV_{ss}/cm oder V_{ss}/cm angegeben. **Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm.** Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. **Für Amplitudenmessungen muß der Feinsteller am Eingangsteilerschalter in seiner kalibrierten Stellung CAL. stehen** (Pfeil waagrecht nach links zeigend). Wird der Feinstellknopf nach rechts gedreht, erhöht sich die Empfindlichkeit in jeder Teilerschalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung eingestellt werden. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang sind **Signale bis 160 V_{ss}** darstellbar (Teilerschalter auf **20 V/cm**, Feinsteller auf Linksanschlag).

Mit den Bezeichnungen

H = Höhe in cm des Schirmbildes,

U = Spannung in V_{ss} des Signals am Y-Eingang,

A = Ablenkoeffizient in V/cm am Teilerschalter

läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

$$U = A \cdot H$$

$$H = \frac{U}{A}$$

$$A = \frac{U}{H}$$

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen beim HM203-6 innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):

- H** zwischen 0,5 und 8 cm, möglichst 3,2 und 8 cm,
- U** zwischen 2,5 mV_{SS} und 160 V_{SS},
- A** zwischen 5 mV/cm und 20 V/cm in 1-2-5 Teilung.

Beispiele:

Eingest. Ablenkoeffizient **A** = 50 mV/cm $\triangleq$ 0,05 V/cm,
 abgelesene Bildhöhe **H** = 4,6 cm,
gesuchte Spannung U = 0,05 · 4,6 = **0,23 V_{SS}**

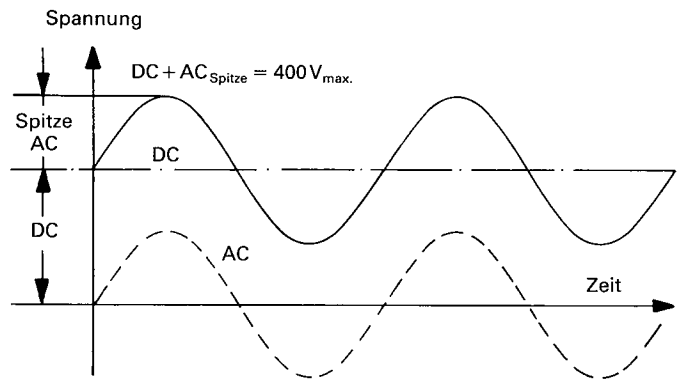
Eingangsspannung **U** = 5 V_{SS},
 eingestellter Ablenkoeffizient **A** = 1 V/cm,
gesuchte Bildhöhe H = 5:1 = **5 cm**

Signalspannung $U = 220 V_{eff} \cdot \sqrt{2} = 622 V_{SS}$
 (Spannung > 160 V_{SS}, mit Tastteiler 10:1 **U** = 62,2 V_{SS}),
 gewünschte Bildhöhe **H** = mind. 3,2 cm, max. 8 cm,
 maximaler Ablenkoeffizient **A** = 62,2 : 3,2 = 19,4 V/cm,
 minimaler Ablenkoeffizient **A** = 62,2 : 8 = 7,8 V/cm,
einzustellender Ablenkoeffizient A = **10 V/cm**

Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang ± 400 V nicht überschreiten (siehe Abbildung). Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Tastteiler 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1000 V_{SS} auswertbar sind. Mit Spezialtastteiler 100:1 (z.B. HZ53) können Spannungen bis ca. 3000 V_{SS} gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann. Soll jedoch z.B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68 nF) vorzuschalten.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Oszilloskop-Eingangskopplung unbedingt auf **DC** zu schalten ist, wenn Tastteiler an höhere Spannungen als 400 V gelegt werden (siehe „Anlegen der Signalspannung“, Seite M 6).

Mit der auf **GD** geschalteten Eingangskopplung und dem **Y-POS.**-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Rasterlinie als **Referenzlinie für Massepotential** eingestellt werden. Sie kann unterhalb, auf oder oberhalb der horizontalen Mittellinie liegen, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen vom Massepotential zahlenmäßig erfaßt werden sollen. Gewisse umschaltbare Tastteiler 10:1/1:1 haben ebenfalls eine eingebaute Referenz-Schalterstellung.



Gesamtwert der Eingangsspannung

Die gestrichelte Kurve zeigt eine Wechselspannung, die um 0 Volt schwankt. Ist diese Spannung einer Gleichspannung überlagert (DC), so ergibt die Addition der positiven Spitze zur Gleichspannung die maximal auftretende Spannung (DC + AC Spitze).

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung des **TIME/DIV.**-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten sind am **TIME/DIV.**-Schalter in **ms/cm** und **µs/cm** angegeben. Die Skala ist dementsprechend in zwei Felder aufgeteilt. **Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem am TIME/DIV.-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit einer roten Pfeil-Knopfkappe gekennzeichnete Zeit-Feineinsteller in seiner kalibrierten Stellung CAL.** stehen (Pfeil waagrecht nach links zeigend).

Mit den Bezeichnungen

L = **Länge in cm** einer Welle auf dem Schirmbild,

T = **Zeit in s** für eine Periode,

F = **Frequenz in Hz** der Folgefrequenz des Signals,

Z = **Zeitkoeffizient in s/cm** am Zeitbasisschalter

und der Beziehung **F = 1/T** lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

$$\begin{aligned} T &= L \cdot Z & L &= \frac{T}{Z} & Z &= \frac{T}{L} \\ F &= \frac{1}{L \cdot Z} & L &= \frac{1}{F \cdot Z} & Z &= \frac{1}{L \cdot F} \end{aligned}$$

Bei gedrückter Taste X-MAG. x10 ist Z durch 10 zu teilen.

Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten beim HM203-6 innerhalb folgender Grenzen liegen:

L zwischen 0,2 und 10 cm, möglichst 4 bis 10 cm,

T zwischen 0,05 µs und 2 s,

F zwischen 0,5 Hz und 20 MHz,

Z zwischen 0,5 µs/cm und 0,2 s/cm in 1-2-5 Teilung
(bei ungedrückter Taste X-MAG. x10), und

Z zwischen 50 ns/cm und 20 ms/cm in 1-2-5 Teilung
(bei gedrückter Taste X-MAG. x10).

Beispiele:

Länge eines Wellenzugs $L = 7 \text{ cm}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 0,5 \text{ } \mu\text{s/cm}$,
gesuchte Periodenzeit $T = 7 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 3,5 \text{ } \mu\text{s}$
gesuchte Folgefrequenz $F = 1:(3,5 \cdot 10^{-6}) = 286 \text{ kHz}$.

Zeit einer Signalperiode $T = 0,5 \text{ s}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 0,2 \text{ s/cm}$,
gesuchte Länge $L = 0,5:0,2 = 2,5 \text{ cm}$.

Länge eines Brummspannung-Wellenzugs $L = 1 \text{ cm}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 10 \text{ ms/cm}$,
gesuchte Brummfrequenz $F = 1:(1 \cdot 10 \cdot 10^{-3}) = 100 \text{ Hz}$.

TV-Zeilenumfrequenz $F = 15\,625 \text{ Hz}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 10 \text{ } \mu\text{s/cm}$,
gesuchte Länge $L = 1:(15\,625 \cdot 10^{-5}) = 6,4 \text{ cm}$.

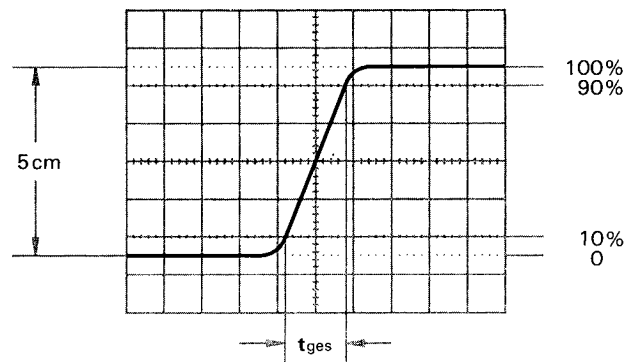
Länge einer Sinuswelle $L = \text{min. } 4 \text{ cm, max. } 10 \text{ cm}$,
Frequenz $F = 1 \text{ kHz}$,
max. Zeitkoeffizient $Z = 1:(4 \cdot 10^3) = 0,25 \text{ ms/cm}$,
min. Zeitkoeffizient $Z = 1:(10 \cdot 10^3) = 0,1 \text{ ms/cm}$,
einzustellender Zeitkoeffizient $Z = 0,2 \text{ ms/cm}$,
dargestellte Länge $L = 1:(10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}) = 5 \text{ cm}$.

Länge eines HF-Wellenzugs $L = 1 \text{ cm}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 0,5 \text{ } \mu\text{s/cm}$,
gedrückte Dehnungstaste x 10: $Z = 50 \text{ ns/cm}$,
gesuchte Signalfrequenz $F = 1:(1 \cdot 50 \cdot 10^{-9}) = 20 \text{ MHz}$,
gesuchte Periodenzeit $T = 1:(20 \cdot 10^6) = 50 \text{ ns}$.

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (**X-MAG. x10**) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 10 zu dividieren. Durch Drehen des **X-POS.**-Knopfes kann der interessierende Zeitabschnitt in die Mitte des Bildschirms geschoben werden.

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreitengrenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen **10 %** und **90 %** der vertikalen Impulshöhe. Für **5 cm** hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden hat das Bildschirm-Innenraster zwei punktierte horizontale Hilfslinien in $\pm 2,5 \text{ cm}$ Mittenabstand. **Der horizontale Zeitabstand in cm zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die horizontalen Rasterlinien mit $\pm 2 \text{ cm}$ Mittenabstand und 2 mm-Unterteilung kreuzt, ist dann die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen.**

Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Bei einem am **TIME/DIV.**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten von $0,5 \text{ } \mu\text{s/cm}$ und gedrückter Dehnungstaste x10 ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{\text{ges}} = 1,6 \text{ cm} \cdot 0,5 \text{ } \mu\text{s/cm} : 10 = \mathbf{80 \text{ ns}}$$

Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Vertikalverstärkers und des evtl. benutzten Tastteilers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

$$t_a = \sqrt{t_{\text{ges}}^2 - t_{\text{osz}}^2 - t_t^2}$$

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit, t_{osz} die vom Oszilloskop (beim HM203-6 ca. $17,5 \text{ ns}$) und t_t die des Tastteilers, z.B. $= 2 \text{ ns}$. Ist t_{ges} größer als 100 ns , dann kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden (Fehler $< 1 \%$).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t_a = \sqrt{80^2 - 17,5^2 - 2^2} = \mathbf{78,04 \text{ ns}}$$

Die Messung der Anstiegs- oder Abfallzeit ist natürlich nicht auf die oben im Bild gezeigte Bild-Einstellung begrenzt. Sie ist so nur besonders einfach. Prinzipiell kann in jeder Bildlage und bei beliebiger Signalamplitude gemessen werden. Wichtig ist nur, daß die interessierende Signalfanke in voller Länge bei nicht zu großer Steilheit sichtbar ist und daß der Horizontalabstand bei 10 % und 90 % der Amplitude gemessen wird. Zeigt die Flanke Vor- oder Überspringen, sollte man die 100 % nicht auf die Spitzenwerte beziehen, sondern auf die mittleren Dachhöhen. Ebenso werden Einbrüche oder Spitzen (glitches) neben der Flanke nicht berücksichtigt. Bei sehr starken Einschwingverzerrungen verliert die Anstiegs- oder Abfallzeitmessung allerdings ihren Sinn. Für Verstärker mit annähernd konstanter Gruppenlaufzeit (also gutem Impulsverhalten) gilt folgende Zahlenwert-Gleichung zwischen Anstiegszeit t_a (in ns) und Bandbreite B (in MHz):

$$t_a = \frac{350}{B} \quad B = \frac{350}{t_a}$$

Anlegen der Signalspannung

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte der Schalter für die Signalkopplung zunächst immer auf **AC** und der Eingangsteilerschalter auf **20 V/cm** stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Vertikalverstärker total übersteuert. Der Eingangsteilerschalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-8 cm hoch ist. Bei mehr als 160 V_{ss} großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Verdunkelt sich die Strahllinie beim Anlegen des Signals sehr stark, ist wahrscheinlich die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der eingestellte Wert am **TIME/DIV.**-Schalter. Letzterer ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu drehen.

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel wie z.B. HZ32 und HZ34 direkt oder über einen Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niedrigen Frequenzen (bis etwa 50 kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d.h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50Ω) angepaßt sein. Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50Ω-Kabels wie z.B. HZ34 ist hierfür von HAMEG der 50Ω-Durchgangsabschluß HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit werden ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar. Manchmal empfiehlt sich die Verwendung eines Abschlußwiderstandes auch bei Sinussignalen. Gewisse Verstärker, Generatoren oder ihre Abschwächer halten die Nenn-Ausgangsspannung nur dann frequenzunabhängig ein, wenn ihr Anschlußkabel mit dem vorgeschriebenen Widerstand abgeschlossen ist. Dabei ist zu beachten, daß man den Abschlußwiderstand HZ22 nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10 V_{eff} oder – bei Sinussignal – mit 28,3 V_{ss} erreicht.

Wird ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10MΩ || 16 pF bzw. 100MΩ || 7pF bei HZ53). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außer-

dem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Vertikalverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe „Tastkopf-Abgleich“, Seite M 8).

Standard-Tastteiler am Oszilloskop verringern mehr oder weniger dessen Bandbreite und erhöhen die Anstiegszeit. In allen Fällen, bei denen die Oszilloskop-Bandbreite voll genutzt werden muß (z.B. für Impulse mit steilen Flanken), raten wir dringend dazu, die **Modularen Tastköpfe HZ51** (10:1), **HZ52** (10:1 HF) und **HZ54** (1:1 und 10:1) zu benutzen (siehe OSCILLOSCOPE-Zubehör Z1). Das erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite und hat den Vorteil, daß defekte Einzelteile bei HAMEG bestellt und selbst ausgewechselt werden können. Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe eines auf 1 MHz umschaltbaren Calibrators, z.B. HZ60, eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des HM 203-6 kaum merklich geändert und die Kurvenform-Wiedergabetreue u.U. sogar noch verbessert, weil eine Anpassung an die individuelle Rechteckwiedergabe des Oszilloskops möglich ist.

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muß bei Spannungen über 400V immer DC-Eingangskopplung benutzt werden. Bei AC-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig, Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt – belasten aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 400 V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die **DC-Eingangskopplung** bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1200 V (DC + Spitze AC) hat. Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein **Kondensator** entsprechender Kapazität und Spannungsfestigkeit **vor den Tastteilereingang** geschaltet werden (z.B. zur Brummspannungsmessung).

Bei allen Tastteilern ist die **zulässige Eingangswechselspannung** oberhalb von 20kHz **frequenzabhängig begrenzt**. Deshalb muß die „Derating Curve“ des betreffenden Tastteilerotyps beachtet werden.

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Meßpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Meßergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein. Beim Anschluß

des Tastteiler-Kopfes an eine BNC-Buchse sollte ein BNC-Adapter benutzt werden, der oft als Tastteiler-Zubehör mitgeliefert wird. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.

Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Meßkreis (speziell bei einem kleinen Ablenkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Meßkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen, verursacht von angeschlossenen fremden Netzgeräten, z.B. Signalgeneratoren mit Störschutzkondensatoren).

Bedien-Elemente

Zur besseren Verfolgung der Bedienungshinweise ist das am Ende der Anleitung befindliche Frontbild herausklappbar, so daß es immer neben dem Anleitungstext liegen kann.

Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, entsprechend den verschiedenen Funktionen in Felder aufgeteilt. Oben rechts neben dem Bildschirm im X-Feld befindet sich der Netz-Tastenschalter (**POWER**) mit Symbolen für die Ein- (**on**) und Aus-Stellung (**off**) und die Netz-Anzeigelampe. Darunter sind die beiden Drehknöpfe für Helligkeit (**INTENS.**) und Schärfe (**FOCUS**) angebracht. Die mit **TR** (= trace rotation) bezeichnete Öffnung (für Schraubenzieher) dient zur Strahldrehung. Rechts davon sind die Einstellelemente für Zeitablenkung (**TIME/DIV.**) und Triggerung angeordnet. Sie werden nachstehend im einzelnen erläutert.

Mit dem **TIME/DIV.**-Zeitbasisschalter werden die Zeitkoeffizienten in der Folge 1-2-5 gewählt. Zwischenwerte sind mit dem dort aufgesetzten, kleinen Pfeilknopf einstellbar. Er rastet am Linksanschlag in der Calibrationsstellung ein. Rechtsdrehung verkleinert den Zeitkoeffizienten 2,5fach.

Zur Triggerung gehören:

- **AT/NORM.**-Taste zur Umschaltung von automatischer auf Normaltriggerung,
- **LEVEL**-Knopf zur Triggerpegeleinstellung (nur) bei Normaltriggerung,
- **+/-**-Taste zur Wahl der Triggerflankenrichtung (slope),
- **TRIG.**-Kopplungsschalter **AC-DC-HF-LF** mit Netztriggerstellung ~,
- **TRIG.**-Lampe (leuchtet bei einsetzender Triggerung).
- **EXT.**-Taste zur Umschaltung von interner auf externe Triggerung,
- **TRIG.INP.**-BNC-Buchse für das Anlegen einer Spannung zur externen Triggerung.

Über dem **TRIG.**-Kopplungsschalter liegt der **TV SEP.**-Schalter (Television Separator = Fernseh-Synchronsignal-Trennstufe) mit den 3 Stellungen: **OFF** (aus), **TV: H** (Horizontal = Zeilenfrequenz) und **TV: V** (Vertikal = Bildwechselfrequenz). Der **TV SEP.**-Schalter hat gegenüber dem

TRIG.-Kopplungsschalter Vorrang, muß also – außer bei TV-Signalen – im Normalfall auf **OFF** stehen, weil sonst der **TRIG.**-Kopplungsschalter abgeschaltet ist.

Im X-Feld findet sich dann noch die **X-Y**-Taste, die den XY-Betrieb des HM 203-6 über Kanal II und Kanal I einleitet (und gleichzeitig die Zeitbasis abschaltet). Ferner finden sich hier die Stellknöpfe für die X-Position (**X-POS.** = horizontale Strahlage) und die Holdoff-Zeit (**HOLDOFF** = Sperrzeit für die Triggerung zwischen zwei aufeinanderfolgende Sägezahn-Starts).

Unten rechts neben dem Bildschirm im Y-Feld liegen die Vertikalverstärkereingänge für Kanal I (**CH.I** = Channel I) und Kanal II (**CH.II** = Channel II) mit den zugehörigen Eingangskopplungsschaltern **DC-AC-GD** und den Stellknöpfen für die Y-Position (**Y-POS.** = vertikale Strahlage) beider Kanäle. Ferner kann jeder Kanal mit der entsprechenden **INVERT**-Taste invertiert (umgepolt) werden. Zur Empfindlichkeitseinstellung der beiden Vertikalverstärker dienen die in **VOLTS/DIV.** geeichten Teilerschalter. Die dort aufgesetzten kleinen Pfeilköpfe rasten am Linksanschlag in Calibrationsstellung **CAL.** ein und erhöhen die Empfindlichkeit bei Rechtsdrehung 2,5fach. So ist jede Empfindlichkeitszwischenstellung (bei voller Bandbreite) einstellbar. Schließlich liegen im Y-Feld noch die drei Tasten für die Betriebsartumschaltung der Vertikalverstärker. Sie werden nachstehend noch näher beschrieben.

Direkt unter dem Bildschirm befindet sich links die Dehnungstaste **X-MAG. x10** (X-Magnifier = X-Richtung-Lupe mit 10facher Dehnung). Daneben liegen zwei Ausgangsklemmen für den Calibrator **CAL. 0.2V** u. **2V** zum Abgleich von Tastteilern 10:1 und 100:1 mit 1 kHz-Rechtecksignal. Rechts ist das **COMPONENT TESTER**-Feld mit Drucktaste und Steckbuchse angeordnet.

Alle Details sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Man sollte daher bei Beginn der Arbeiten darauf achten, daß keine der Tasten eingedrückt ist. Die Anwendung richtet sich nach dem jeweiligen Bedarfsfall.

Der HM 203-6 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mindestens 20 MHz (–3dB). Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 30 MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung auf ca. 4-5 cm begrenzt. Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch.

Beispielsweise wird bei ca. 25 MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (20 ns/cm) alle 2 cm ein Kurvenzug geschrieben. Die Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur $\pm 3\%$. Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß sich in vertikaler Richtung ab ca. 6 MHz der Meßfehler in Y-Richtung mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungs-

abfall des Meßverstärkers bedingt. Bei 12 MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz zum gemessenen Spannungswert ca. 11% addieren. Da jedoch die Bandbreiten der Vertikalverstärker differieren (normalerweise zwischen 20 und 25 MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß – wie bereits erwähnt – oberhalb 20 MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit der Y-Endstufe stetig abnimmt. Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überspringen beeinflusst wird.

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muß die am Netzspannungswähler des HM203-6 eingestellte Spannung mit der vorliegenden Netzspannung verglichen werden! (Einstellung siehe Seite M 2).

Die Verbindung zwischen Schutzleiteranschluß und dem Netz-Schutzleiter ist vor jeglichen anderen Verbindungen herzustellen (Netzstecker also vorher anschließen).

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten zu drücken und die 3 Bedienungsknöpfe mit Pfeilen in ihre calibrierte Stellung CAL. einzurasten. Die auf fünf Knopfkappen angebrachten Striche sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches). Die Schalter TV SEP. und TRIG. sollen in der obersten Stellung stehen.

Mit der roten Netzaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Das aufleuchtende Lämpchen zeigt den Betriebszustand an. Wird nach 10 Sekunden Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der **INTENS.**-Einsteller nicht genügend aufgedreht, oder der Zeitbasis-Generator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die **POS.**-Einsteller verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe und Tasten in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf die Taste **AT/NORM.** zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich diese Taste ungedrückt in der **AT**-Stellung (Automatische Triggierung) befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht, Einbrenn-gefahr!), ist wahrscheinlich die Taste **X-Y** gedrückt. Sie ist dann auszulösen. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am **INTENS.**-Knopf eine mittlere Helligkeit und am Knopf **FOCUS** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollte sich der Eingangskopplung-Schiebeschalter **DC-AC-GD (CH.I)** in Stellung **GD** (ground = Masse) befinden. Der Eingang des Vertikalverstärkers ist dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell am Y-Eingang anliegende Signalspannungen werden in Stellung **GD** nicht kurzgeschlossen.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Helligkeit gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. **Besondere Vorsicht ist bei stehendem punktförmigen Strahl geboten.** Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

Strahldrehung TR

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahlage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist an einem Potentiometer hinter der mit TR bezeichneten Öffnung mit einem kleinen Schraubenzieher möglich.

Korrektur der DC-Balance

Nach einer gewissen Benutzungszeit ist es möglich, daß sich die thermischen Eigenschaften der Doppel-FETs in den Eingängen der beiden Vertikalverstärker etwas verändert haben. Oft verschiebt sich dabei auch die DC-Balance des Verstärkers. Dies erkennt man daran, daß sich **beim Durchdrehen des Feinstellers** mit roter Pfeilkappe am **CH. I** bzw. **CH. II** Eingangsteiler **die Strahlage merklich ändert.** Wenn das Gerät die normale Betriebstemperatur besitzt bzw. mind. 20 Minuten in Betrieb gewesen ist, sind Änderungen unter 1 mm nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen werden mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers mit einer Klingenbreite von ca. 3 mm korrigiert. Die Öffnungen hierzu befinden sich auf der Unterseite des Gehäusemantels (ca. 10 cm von der Gehäuse-Vorderkante, ungefähr in Flucht mit den Teilerschaltern für Kanal I und II; Eintauchtiefe ca. 20 mm). Die Klingenaufnahme der Balance-Einstellung hat Trichterform und Kreuzschlitz, so daß die Einführung des Schraubenziehers problemlos ist. Während der Korrektur (Ablenkkoeffizient **5 mV/cm**; Eingangskopplung auf **GD**) wird der Feinstellknopf ständig hin und her gedreht. Sobald sich dabei die vertikale Strahlage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt.

Tastkopf-Abgleich und Anwendung

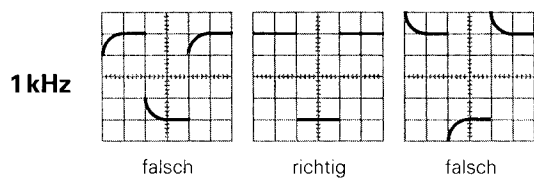
Damit der verwendete Tastteiler die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muß er genau an die Eingangsimpedanz des Vertikalverstärkers angepaßt werden. Ein im HM203-6 eingebauter Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<5 ns) und der Frequenz von 1 kHz. Das Rechtecksignal kann den beiden Ausgangs-Ösen unterhalb des Bildschirms entnommen werden. Eine Öse liefert **0.2 V_{ss} ± 1%** für Tastteiler 10:1, die andere **2 V_{ss} ± 1%** für Tastteiler 100:1. Diese Spannungen

entsprechen jeweils der Bildschirmamplitude von **4cm Höhe**, wenn der Eingangsteilerschalter auf den Ablenkkoefizienten **5mV/cm** eingestellt ist.

Abgleich 1 kHz

Dieser C-Trimmerabgleich kompensiert die kapazitive Belastung des Oszilloskop-Eingangs (ca. 30pF). Durch den Abgleich bekommt die kapazitive Teilung dasselbe Teilverhältnis wie die ohmsche Spannungsteilung. Dann ergibt sich bei hohen und niedrigen Frequenzen dieselbe Spannungsteilung wie für Gleichspannung. Für Tastköpfe 1:1 oder auf 1:1 umgeschaltete Tastköpfe ist dieser Abgleich weder nötig noch möglich. Voraussetzung für den Abgleich ist die Parallelität der Strahllinie mit den horizontalen Rasterlinien (siehe „Strahldrehung TR“).

Tastteiler (Typ HZ51, 52, 53, 54 oder auch HZ36) an den **CH.I**-Eingang anschließen, keine Taste drücken und keinen Knopf ziehen, Eingangskopplung auf **DC** stellen, Eingangsteiler auf **5mV/cm** und **TIME/DIV.**-Schalter auf **0.2ms/cm** schalten (beide Feinregler in Calibrationsstellung **CAL.**), Tastkopf mit Federhaken an die entsprechende **CAL.**-Öse anlegen (Teiler 10:1 an Öse **0.2V**, 100:1 an Öse **2V**).



Auf dem Bildschirm sind 2 Wellenzüge zu sehen. Nun ist der Kompensationstrimmer abzugleichen. Er befindet sich im allgemeinen im Tastkopf selbst. Beim 100:1 Tastteiler HZ53 befindet er sich im Kästchen am BNC-Stecker. Mit dem beigegebenen Isolierschraubenzieher ist der Trimmer abzugleichen, bis die oberen Dächer des Rechtecksignals exakt parallel zu den horizontalen Rasterlinien stehen (siehe Bild 1 kHz). Dann sollte die Signalhöhe $4\text{cm} \pm 1,2\text{mm}$ ($= 3\%$) sein. Die Signalfanken sind in dieser Einstellung unsichtbar.

Abgleich 1 MHz

Ein HF-Abgleich ist bei den Tastköpfen HZ51, 52 und 54 möglich. Diese besitzen Resonanz-Entzerrungsglieder (R-Trimmer in Kombination mit Spulen und Kondensatoren), mit denen es erstmals möglich ist, den Tastkopf auf einfachste Weise im Bereich der oberen Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers optimal abzugleichen. Nach diesem Abgleich erhält man nicht nur die maximal mögliche Bandbreite im Tastteilerbetrieb, sondern auch eine weitgehend konstante Gruppenlaufzeit am Bereichsende. Dadurch werden Einschwingverzerrungen (wie Überspringen, Abrundung, Nachschwingen, Löcher oder Höcker im Dach) in der Nähe der Anstiegsflanke auf ein Minimum begrenzt. Die Bandbreite des Oszilloskops wird also bei Benutzung der Tastköpfe HZ51, 52 und 54 ohne Inkaufnahme von Kurvenformverzerrungen voll genutzt. Voraussetzung für diesen

diesen HF-Abgleich ist ein Rechteckgenerator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 3ns) und niederohmigem Ausgang (ca. 50Ω), der bei einer Frequenz von 1 MHz eine Spannung von 0,25V bzw. 2,5V abgibt. Der **Scope-Tester HZ60** erfüllt diese Bedingungen und ermöglicht noch andere Kontrollmessungen.

Betriebsarten der Vertikalverstärker

Die gewünschte Betriebsart der Vertikalverstärker wird mit den 3 Tasten im Y-Feld gewählt. Bei **Mono**-Betrieb stehen alle heraus. Dann ist nur **Kanal I** betriebsbereit.

Bei **Mono**-Betrieb mit **Kanal II** ist die Taste **CH I/II** zu drücken. Diese Taste trägt unten die Bezeichnung **TRIG. I/II**, weil damit gleichzeitig die Kanalschaltung der Triggerrichtung erfolgt.

Wird die Taste **DUAL** gedrückt, arbeiten beide Kanäle. Bei dieser Tastenstellung erfolgt die Aufzeichnung zweier Vorgänge nacheinander (alternate mode). Die Signaltbilder aus beiden Kanälen werden zwar nur **abwechselnd einzeln** dargestellt, sind aber bei schneller Zeitablenkung scheinbar beide gleichzeitig sichtbar. Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge mit Zeitkoeffizienten $\geq 1\text{ms/cm}$ ist diese Betriebsart nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. Drückt man noch die Taste **CHOP.**, werden beide Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chop mode). Auch langsam verlaufende Vorgänge werden dann flimmerfrei aufgezeichnet. Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz ist die Art der Kanalschaltung weniger wichtig.

Ist nur die Taste **ADD** gedrückt, werden die Signale beider Kanäle algebraisch addiert ($\pm I \pm II$). Ob sich hierbei die **Summe** oder die **Differenz** der Signalspannungen ergibt, hängt von der Phasenlage bzw. Polung der Signale selbst **und** von den Stellungen der beiden **INVERT**-Tasten ab.

Gleichphasige Eingangsspannungen:

Beide **INVERT**-Tasten ungedrückt = Summe.

Beide **INVERT**-Tasten gedrückt = Summe.

Nur eine **INVERT**-Taste gedrückt = Differenz.

Gegenphasige Eingangsspannungen:

Beide **INVERT**-Tasten ungedrückt = Differenz.

Beide **INVERT**-Tasten gedrückt = Differenz.

Nur eine **INVERT**-Taste gedrückt = Summe.

In der **ADD**-Betriebsart ist die vertikale Strahllage von der **Y-POS.**-Einstellung **beider** Kanäle abhängig.

Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im **Differenzbetrieb** beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei

hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, daß bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit Tastteilern absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die Massekabel beider Tastteiler **nicht** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichaktstörungen verringert werden.

XY-Betrieb

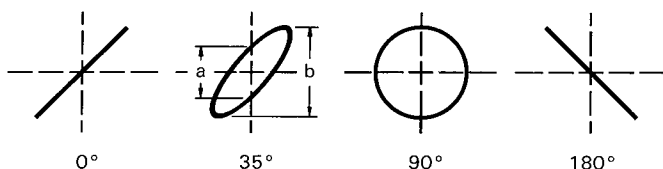
Für **XY-Betrieb** wird die Taste **X-Y** im X-Feld betätigt. Das X-Signal wird über den Eingang von **Kanal II** zugeführt. **Eingangsteiler und Feinregler von Kanal II werden im XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt.** Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal II ist im XY-Betrieb abgeschaltet. Max. Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die Taste **X-MAG. x10** für die Dehnung der Zeitlinie sollte dabei nicht gedrückt sein. Die Grenzfrequenz in X-Richtung ist ca. 2,5 MHz (–3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 50 kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt. Das Y-Signal kann mit Taste **INVERT** umgepolt werden. Dagegen ist die Umpolung des X-Signals mit der **INVERT**-Taste von Kanal II nicht möglich!

Der **XY-Betrieb mit Lissajous-Figuren** erleichtert oder ermöglicht gewisse Meßaufgaben:

- Vergleich zweier Signale unterschiedlicher Frequenz oder Nachziehen der einen Frequenz auf die Frequenz des anderen Signals bis zur Synchronisation. Das gilt auch noch für ganzzahlige Vielfache oder Teile der einen Signalfrequenz.
- Phasenvergleich zwischen zwei Signalen gleicher Frequenz.

Phasenvergleich mit Lissajous-Figur

Die folgenden Bilder zeigen zwei Sinus-Signale gleicher Frequenz und Amplitude mit unterschiedlichen Phasenwinkeln.



Die Berechnung des Phasenwinkels oder der Phasenverschiebung zwischen den X- und Y-Eingangsspannungen (nach Messung der Strecken **a** und **b** am Bildschirm) ist mit den folgenden Formeln und einem Taschenrechner mit Winkelfunktionen ganz einfach und übrigens **unabhängig von den Ablenkamplituden** auf dem Bildschirm.

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b}$$

Hierbei muß beachtet werden:

- Wegen der Periodizität der Winkelfunktionen sollte die rechnerische Auswertung auf Winkel $\leq 90^\circ$ begrenzt werden. Gerade hier liegen die Vorteile der Methode.
- Keine zu hohe Meßfrequenz benutzen. Oberhalb 120 kHz kann die gegenseitige Phasenverschiebung der beiden Oszilloskop-Verstärker des HM203-6 im XY-Betrieb einen Winkel von 3° überschreiten.
- Aus dem Schirmbild ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob die Testspannung gegenüber der Bezugsspannung vor- oder nachsteilt. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der $1\text{ M}\Omega$ -Eingangswiderstand dienen, so daß nur ein passender Kondensator C vorzuschalten ist. Vergrößert sich die Öffnungsweite der Ellipse (gegenüber kurzgeschlossenem C), dann eilt die Testspannung vor und umgekehrt. Das gilt aber nur im Bereich bis 90° Phasenverschiebung. Deshalb sollte C genügend groß sein und nur eine relativ kleine, gerade gut beobachtbare Phasenverschiebung bewirken.

Falls im XY-Betrieb beide Eingangsspannungen fehlen oder ausfallen, wird ein sehr heller Leuchtpunkt auf dem Bildschirm abgebildet. Bei zu hoher Helligkeitseinstellung (INTENS.-Knopf) kann dieser Punkt in die Leuchtschicht einbrennen, was entweder einen bleibenden Helligkeitsverlust oder, im Extremfall, eine vollständige Zerstörung der Leuchtschicht an diesem Punkt verursacht.

Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb

Eine größere Phasendifferenz zwischen zwei Eingangssignalen gleicher Frequenz und Form läßt sich sehr einfach im Zweikanalbetrieb (Taste **DUAL** gedrückt) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage 0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nacheilenden Phasenwinkel haben. Für Frequenzen $\geq 1\text{ kHz}$ wird alternierende Kanalschaltung gewählt; für Frequenzen $< 1\text{ kHz}$ ist der Chopper-Betrieb geeigneter (weniger Flackern). Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird. Zu dieser Einstellung können – ohne Einfluß auf das Ergebnis – auch die Feinregler für Amplitude und Zeitablenkung und der **LEVEL**-Knopf benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung mit den **Y-POS.**-

Knöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinuskuppen sind weniger genau. Ist ein Sinus-signal durch geradzahlige Harmonische merklich verzerrt (Halbwellen nicht spiegelbildlich zur X-Achse) oder wenn eine Offset-Gleichspannung vorhanden ist, empfiehlt sich **AC-Kopplung** für **beide** Kanäle. Handelt es sich um Impuls-signale gleicher Form, liest man ab an steilen Flanken.

Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb

t = Horizontalabstand der Nulldurchgänge in cm.

T = Horizontalabstand **für eine Periode** in cm.

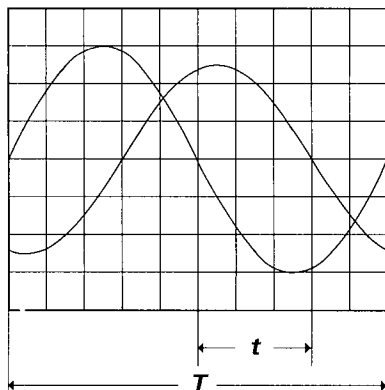
Im Bildbeispiel ist $t = 3\text{ cm}$ und $T = 10\text{ cm}$. Daraus errechnet sich eine Phasendifferenz in Winkelgraden von

$$\varphi^\circ = \frac{t}{T} \cdot 360^\circ = \frac{3}{10} \cdot 360^\circ = 108^\circ$$

oder in Bogengrad ausgedrückt

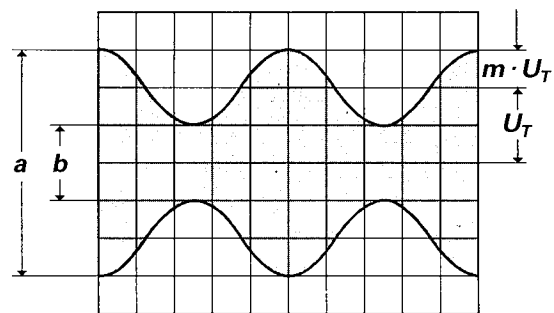
$$\text{arc } \varphi = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1,885\text{ rad}$$

Relativ kleine Phasenwinkel bei nicht zu hohen Frequenzen lassen sich genauer im XY-Betrieb mit Lissajous-Figur messen.



Figur 1
Spektrumsamplituden und -frequenzen bei AM ($m = 50\%$)

Das Bild der amplitudenmodulierten HF-Schwingung kann mit dem Oszilloskop sichtbar gemacht und ausgewertet werden, wenn das Frequenzspektrum innerhalb der Oszilloskop-Bandbreite liegt. Die Zeitbasis wird so eingestellt, daß mehrere Wellenzüge der Modulationsfrequenz sichtbar sind. Genau genommen sollte mit Modulationsfrequenz (vom NF-Generator oder einem Demodulator) extern getriggert werden). Interne Triggerung ist aber oft möglich mit Normaltriggerung unter Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers.



Figur 2
Amplitudenmodulierte Schwingung: $F = 1\text{ MHz}$; $f = 1\text{ kHz}$;
 $m = 50\%$; $U_T = 28,3\text{ mV}_{\text{eff}}$.

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Figur 2:

Keine Taste drücken. **Y: CH. I; 20mV/cm; AC.**

TIME/DIV.: 0.2ms/cm.

Triggerung: **NORMAL; AC**; int. mit Zeit-Feinsteller (oder externe Triggerung).

Messung einer Amplitudenmodulation

Die momentane Amplitude u im Zeitpunkt t einer HF-Trägerspannung, die durch eine sinusförmige NF-Spannung unverzerrt amplitudenmoduliert ist, folgt der Gleichung

$$u = U_T \cdot \sin \Omega t + 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega - \omega)t - 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega + \omega)t$$

Hierin ist U_T = unmodulierte Trägeramplitude,

$\Omega = 2\pi F$ = Träger-Kreisfrequenz,

$\omega = 2\pi f$ = Modulationskreisfrequenz,

m = Modulationsgrad (i.a. $\leq 1 \triangleq 100\%$).

Neben der Trägerfrequenz F entstehen durch die Modulation die untere Seitenfrequenz $F-f$ und die obere Seitenfrequenz $F+f$.

Liest man die beiden Werte a und b vom Bildschirm ab, so errechnet sich der Modulationsgrad aus

$$m = \frac{a-b}{a+b} \text{ bzw. } m = \frac{a-b}{a+b} \cdot 100 [\%]$$

Hierin ist $a = U_T(1+m)$ und $b = U_T(1-m)$.

Bei der Modulationsgradmessung können die Feinstellknöpfe für Amplitude und Zeit beliebig verstellt sein. Ihre Stellung geht nicht in das Ergebnis ein.

Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst bzw. getriggert wird. Damit sich ein stehendes Bild ergibt, muß die Auslösung synchron mit dem Meßsignal erfolgen. Dies ist möglich durch das Meßsignal selbst oder eine extern zugeführte, aber eben-

falls synchrone Signalspannung.

Die Triggerspannung muß eine gewisse Mindestamplitude haben, damit die Triggerung überhaupt einsetzt. Diesen Wert nennt man **Triggerschwelle**. Sie wird mit Sinussignal bestimmt. Wird die Triggerspannung **intern** dem Meßsignal entnommen, kann als Triggerschwelle die vertikale **Bildschirmhöhe in mm** angegeben werden, bei der die Triggerung gerade einsetzt, das Signalbild stabil steht und die **TRIG.**-Lampe zu leuchten beginnt. Die interne Triggerschwelle beim HM 203-6 ist mit $\leq 5\text{mm}$ spezifiziert. Wird die Triggerspannung **extern** zugeführt, ist sie an der **TRIG. INP.**-Buchse in V_{ss} zu messen. In gewissen Grenzen kann die Triggerspannung viel höher sein als an der Triggerschwelle. Im allgemeinen sollte der 20fache Wert nicht überschritten werden.

Der HM 203-6 hat zwei Trigger-Betriebsarten, die nachstehend beschrieben werden.

Automatische Triggerung

Steht die Taste **AT/NORM.** ungedrückt in Stellung **AT** (Automatic Triggering), wird die Zeitablenkung periodisch ausgelöst, auch ohne angelegte Meßspannung oder externe Triggerspannung. Ohne Meßspannung sieht man nur eine Zeitlinie (von der ungetriggerten, also freilaufenden Zeitablenkung). Bei anliegender Meßspannung beschränkt sich die Bedienung im wesentlichen auf die richtige Amplituden- und Zeitbasis-Einstellung bei immer sichtbarem Strahl. Eine **LEVEL**-Einstellung ist bei automatischer Triggerung weder nötig noch möglich. Diese Einfachheit der Bedienung empfiehlt die automatische Triggerung für alle unkomplizierten Meßaufgaben. Sie ist aber auch die geeignete Betriebsart für den „Einstieg“ bei diffizilen Meßproblemen, nämlich dann, wenn das Meßsignal selbst in Bezug auf Amplitude, Frequenz oder Form noch weitgehend unbekannt ist. Mit automatischer Triggerung werden alle Parameter voreingestellt, dann kann der Übergang auf Normaltriggerung erfolgen.

Die automatische Triggerung arbeitet oberhalb von **10Hz bis 40MHz**. Der Übergang bis zum Aussetzen der automatischen Triggerung bei Frequenzen unter 10Hz ist unvermittelt, kann aber nicht mit Hilfe des **TRIG.**-Lämpchen beurteilt werden, weil dieses weiter aufblitzt. Das Aussetzen der Triggerung erkennt man am besten am linken Schirmrand (Strahleinsatz dann in unterschiedlicher Bildhöhe).

Die automatische Triggerung folgt oberhalb 10Hz allen Änderungen oder Schwankungen des Meßsignals sofort. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil des Rechtecks zum Nadelimpuls verformt, kann die automatische Triggerung aussetzen. Bei automatischer Triggerung liegt der Triggerpunkt nämlich etwa im Nulldurchgang des Triggersignals. Bei steilem Signal-Nulldurchgang kann die Zeit zum Auslö-

sen der Zeitbasis zu kurz werden. Dann muß auf Normaltriggerung umgeschaltet werden. Die automatische Triggerung ist sowohl bei interner wie bei externer Triggerung anwendbar.

Normaltriggerung

Mit Normaltriggerung (gedrückte Taste **AT/NORM.**) und passender **LEVEL**-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalfanke erfolgen. Der mit dem **LEVEL**-Knopf erfaßbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des Triggersignals. Ist bei interner Triggerung die Bildhöhe kleiner als 1 cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereichs etwas Feingefühl.

Bei falscher **LEVEL**-Einstellung ist der Bildschirm dunkel. Mit Normaltriggerung sind auch komplizierte Signale triggerbar. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten, die u.U. erst bei gefühlvollem Drehen des **LEVEL**-Knopfes gefunden werden. Weitere Hilfsmittel zur Triggerung sehr schwieriger Signale sind der Zeit-Feinstellknopf und die **HOLD OFF**-Zeiteinstellung, die weiter unten besprochen wird.

Flankenrichtung

Die Triggerung kann bei automatischer und bei Normaltriggerung wahlweise mit einer steigenden oder einer fallenden Triggerspannungsflanke einsetzen. Die gewählte Flankenrichtung (slope) ist mit der Taste **+/-** einstellbar. Das Pluszeichen (ungedrückte Taste) bedeutet eine Flanke, die vom negativen Potential kommend zum positiven Potential ansteigt. Das hat mit Null- oder Massepotential und absoluten Spannungswerten nichts zu tun. Die positive Flankenrichtung kann auch im negativen Teil einer Signalkurve liegen. Eine fallende Flanke (Minuszeichen) löst die Triggerung sinngemäß aus, wenn die Taste **+/-** gedrückt ist. Dies gilt bei automatischer und bei Normaltriggerung. Jedoch kann der Triggerpunkt bei Normaltriggerung mit dem **LEVEL**-Knopf auf der betreffenden Flanke in gewissen Grenzen beliebig verschoben werden.

Triggerkopplung

Die Ankopplungsart und dementsprechend der Frequenzbereich des Triggersignals kann am **TRIG.**-Umschalter gewählt werden. Dies ist aber nur möglich, wenn der **TV SEP.**-Umschalter in Stellung **OFF** steht.

AC: Triggerbereich $\geq 10\text{Hz}$ bis 20MHz.

Dies ist die am häufigsten zum Triggern benutzte Kopplungsart. Unterhalb 10Hz steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

DC: Triggerbereich **0 bis 20 MHz**.

DC-Triggerung ist dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Meßsignals getriggert werden soll oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Beobachtung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen.

Bei interner DC-Triggerung muß immer mit Normaltriggerung und LEVEL-Einstellung gearbeitet werden.

Bei automatischer Triggerung besteht die Möglichkeit, daß sich bei nicht exakt eingestellter **DC-Balance** der Triggereinsatzpunkt verändert oder daß bei Signalen ohne Nulldurchgang (z.B. mit DC-Offset) die Triggerung ganz aussetzt. Die Balance des betreffenden Vertikaleingangs muß dann korrigiert werden (siehe „Korrektur der DC-Balance“, Seite M 8).

HF: Triggerbereich **1,5 kHz bis 40 MHz** (Hochpaß).

Die HF-Stellung ist für alle hochfrequenten Signale günstig. Gleichspannungsschwankungen und tieffrequentes (Funkel-) Rauschen der Triggerspannung werden unterdrückt, was sich günstig auf die Bildstabilität auswirkt. Unterhalb 1,5 kHz steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

LF: Triggerbereich **0 bis 1 kHz** (Tiefpaß).

Die LF-Stellung ist häufig für tieffrequente Signale besser geeignet als die DC-Stellung, weil das (weiße) Rauschen in der Triggerspannung stark unterdrückt wird. Das vermeidet oder verringert im Grenzfall Jittern oder Doppelschreiben, insbesondere bei sehr kleinen Eingangsspannungen. Oberhalb 1 kHz steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

Netztriggerung

Zur Triggerung mit Netzfrequenz in Stellung $\sim$ des **TRIG**-Schalters wird eine (geteilte) Sekundärwicklungsspannung des Netztransformators als netzfrequentes Triggersignal (50-60 Hz) genutzt. Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls — in gewissen Grenzen — für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenten Einstreuungen in eine Schaltung.

Bei Netztriggerung ist es möglich, daß anscheinend die entgegengesetzte Triggerflankenrichtung als an der Taste **+/-** eingestellt abgebildet wird. Dann ist einfach der Netzstecker des Oszilloskops umzupolen.

Netzfrequente magnetische Einstreuungen in eine Schal-

tung können mit einer Spulensonde nach Richtung und Amplitude untersucht werden. Die Spule sollte zweckmäßig mit möglichst vielen Windungen dünnen Lackdrahtes auf einen kleinen Spulenkörper gewickelt und über ein geschirmtes Kabel an einen BNC-Stecker (für den Oszilloskop-Eingang) angeschlossen werden. Zwischen Stecker- und Kabel-Innenleiter ist ein kleiner Widerstand von mindestens 100 Ω einzubauen (Hochfrequenz-Entkopplung). Es kann zweckmäßig sein, auch die Spule außen statisch abzuschirmen, wobei keine Kurzschlußwindungen auftreten dürfen. Durch Drehen der Spule in zwei Achsrichtungen lassen sich Maximum und Minimum am Meßort feststellen.

Videosignal-Triggerung

Der eingebaute aktive **TV-Sync-Separator** (Abtrennung der Synchronimpulse vom Videosignal und nachfolgende Verstärkung) erlaubt sogar noch die Darstellung verrauschter, gestörter oder in der Amplitude schwankender Videosignale, nach Zeilen- oder nach Bildfrequenz aufgelöst. Hierzu ist der Schalter **TV SEP.** aus der **OFF**-Stellung (aus) in die Stellung **TV: H** (horizontal $\triangleq$ Zeile) oder **TV: V** (vertikal $\triangleq$ Bild) zu legen. In beiden Stellungen ist der **TRIG**-Kopplungsschalter jetzt außer Betrieb. Für die Triggerung mit Bildfrequenz ist in der Stellung **TV: V** ein Tiefpaß bzw. Integrationskondensator eingeschaltet, der aus den abgetrennten Vertikalsynchronimpulsen (mit Vor- und Nachtrabanten) eine Triggerimpulsfolge mit Bildfrequenz formt.

Damit die Sync-Separator-Schaltung richtig arbeitet, muß die **Flankenrichtung der Synchronimpulse** mit der Taste **+/-** der Lage der Synchronimpulse im kompletten Video-(FBAS-) Signal angepaßt sein. Liegen die Synchronimpulse oberhalb des Bildinhalts, muß die Taste **+/-** ungedrückt bleiben. Die Triggerung erfolgt dann an der steigenden (positiven) Vorderflanke des Synchronimpulses. Liegen dagegen die Synchronimpulse unterhalb des Bildinhalts, muß die Taste **+/-** gedrückt werden. Die Triggerung erfolgt hier an der fallenden (negativen) Vorderflanke des Synchronimpulses. Die Einstellung der Flankenrichtung gilt gleichermaßen für zeilen- oder bildfrequente Auflösung. Eine falsch eingestellte Flankenrichtung ergibt eine instabile (ungetriggerte) Darstellung. Die Triggerflankenrichtung läßt sich durch Drücken der **INVERT**-Taste nicht ändern; sie ist bei interner Triggerung immer auf das Eingangssignal bezogen!

Die Videosignaltriggerung erfolgt im **Automatikbetrieb**. So wird eine Triggerpunkteinstellung mit dem **LEVEL**-Knopf unnötig. Die interne Triggerung ist praktisch ganz unabhängig von der Signalthöhe am Bildschirm, die zwischen 8 und 80 mm liegen oder schwanken kann. Wird die Taste **AT/NORM.** gedrückt, so ergibt sich gegenüber der automatischen Triggerung nur der Unterschied, daß der Bildschirm ohne Triggersignal dunkel ist (Drehen am **LEVEL**-Knopf ist wirkungslos).

Abgesehen von der Einstellung des **TV SEP.**-Schalters und der Taste **+/-** muß natürlich noch ein dem Meßzweck entsprechender Zeitkoeffizient am **TIME/DIV.**-Schalter gewählt werden. Die Grundstellungen für **H** (horizontal $\triangle$ Zeile) und **V** (vertikal $\triangle$ Bild) sind auf der Skala des **TIME/DIV.**-Schalters markiert. Der **TIME/DIV.**-Knopf kann aber durchaus weiter nach rechts gedreht werden, ohne daß die Triggerung ausfällt, wenn durch diese Dehnung weitere Einzelheiten im Videosignal erkennbar werden sollen. Vorteilhafter, weil ein Halbbild unterdrückt wird, ist die Nutzung der 10fachen Dehnung mit der Taste **X-MAG. x10** und die **HOLD-OFF**-Zeiteinstellung. Unterbricht man die Triggerung (z.B. durch kurzes Drücken und Auslösen der Taste **EXT.**), kann auch das andere Halbbild getriggert werden.

Einstellung: **TV: V, 2ms/cm, HOLD-OFF**-Knopf Rechtsanschlag, Taste **X-MAG. x10** gedrückt, Bildeinzelheit mit **X-POS.**-Knopf suchen, weitere X-Dehnung (x2,5) mit ZeitFeinsteller möglich. Damit wird z.B. die **Signalbelegung in der vertikalen Austastlücke** (Videotext und Prüfzeilen) mit 25facher Dehnung voll sichtbar.

Die Sync-Separator-Schaltung wirkt ebenso bei **externer** Triggerung. Selbstverständlich muß der Spannungsbereich ($0,25V_{ss}$ bis $5V_{ss}$) für die externe Triggerung eingehalten werden. Ferner ist auf die richtige Flankenrichtung zu achten, die ja bei externer Triggerung nicht mit der Richtung des Signal-Synchronimpulses übereinstimmen muß. Beides kann leicht kontrolliert werden, wenn die externe Triggerspannung selbst erst einmal (bei interner Triggerung) dargestellt wird.

Im allgemeinen hat das komplette Videosignal einen starken Gleichspannungsanteil. Bei konstantem Bildinhalt (z.B. Testbild oder Farbbalkengenerator) kann der Gleichspannungsanteil ohne weiteres durch **AC**-Eingangskopplung des Oszilloskop-Verstärkers unterdrückt werden. Bei wechselndem Bildinhalt (z.B. normales Programm) empfiehlt sich aber **DC**-Eingangskopplung, weil das Signalbild sonst mit jeder Bildinhaltänderung die vertikale Lage auf dem Bildschirm ändert. Mit dem **Y-POS.**-Knopf kann der Gleichspannungsanteil immer so kompensiert werden, daß das Signalbild in der Bildschirmrasterfläche liegt. Das komplette Videosignal darf dann bei DC-Kopplung eine vertikale Höhe von 6cm nicht überschreiten.

Externe Triggerung

Durch Drücken der Taste **EXT.** wird die interne Triggerung abgeschaltet. Über die BNC-Buchse **TRIG. INP.** kann jetzt **extern** getriggert werden, wenn dafür eine Spannung von **$0,25V_{ss}$ bis $5V_{ss}$** zur Verfügung steht, die synchron zum Meßsignal ist. Diese Triggerspannung darf durchaus eine völlig andere Kurvenform als das Meßsignal haben. Die Triggerung ist in gewissen Grenzen sogar mit ganzzahligen Vielfachen oder Teilen der Meßfrequenz möglich; Phasenträgheit ist allerdings Bedingung.

Die Eingangsimpedanz der Buchse **TRIG. INP.** liegt bei

etwa $200k\Omega$. Die maximale Eingangsspannung ist $100V$ (DC + Spitze AC). Zur einwandfreien externen Triggerung sollten aber nicht mehr als $5V_{ss}$ angelegt werden.

Trigger-Anzeige

Sowohl bei **automatischer** wie auch bei **Normaltriggerung** wird der getriggerte Zustand der Zeitablenkung durch die links neben dem **TRIG.**-Schalter angebrachte Leuchtdiode angezeigt. Das erleichtert eine feinfühligke **LEVEL**-Einstellung, besonders bei sehr niederfrequenten Signalen. Die die Triggeranzeige auslösenden Impulse werden nur etwa 100 ms gespeichert. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist daher das Aufleuchten der Lampe mehr oder weniger impulsartig. Außerdem blitzt dann die Lampe nicht nur beim Start der Zeitablenkung am linken Bildschirmrand auf, sondern – bei Darstellung mehrerer Kurvenzüge auf dem Schirm – bei jedem Kurvenzug.

Holdoff-Zeit-Einstellung

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **LEVEL**-Knopfes bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung des **HOLD-OFF**-Knopfes erreicht werden. Mit dieser Einrichtung kann die Sperrzeit der Triggerung zwischen zwei Zeitablenkperioden im Verhältnis 10:1 kontinuierlich vergrößert werden. Impulse oder andere Signalförmungen, die innerhalb dieser Sperrzeit auftreten, können nun die Triggerung nicht mehr beeinflussen. Besonders bei Burst-Signalen oder aperiodischen Impulsfolgen gleicher Amplitude kann der Beginn der Triggerphase dann auf den jeweils günstigsten oder erforderlichen Zeitpunkt eingestellt werden.

Ein stark verrauschtes oder ein durch eine höhere Frequenz gestörtes Signal wird manchmal doppelt dargestellt. Unter Umständen läßt sich mit der LEVEL-Einstellung nur die gegenseitige Phasenverschiebung beeinflussen, aber nicht die Doppeldarstellung. Die zur Auswertung erforderliche stabile Einzeldarstellung des Signals ist aber durch die Vergrößerung der HOLD-OFF-Zeit leicht zu erreichen. Hierzu ist der HOLD-OFF-Knopf langsam nach rechts zu drehen, bis nur noch ein Signal abgebildet wird.

Eine Doppeldarstellung ist bei gewissen Impulssignalen möglich, bei denen die Impulse abwechselnd eine kleine Differenz der Spitzenamplituden aufweisen. Nur eine ganz genaue **LEVEL**-Einstellung ermöglicht die Einzeldarstellung. Der Gebrauch des **HOLD-OFF**-Knopfes vereinfacht auch hier die richtige Einstellung.

Nach Beendigung dieser Arbeit sollte der **HOLD-OFF**-Regler unbedingt wieder auf Linksanschlag zurückgedreht werden, weil sonst u.U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist. Die Arbeitsweise ist aus folgenden Abbildungen ersichtlich.

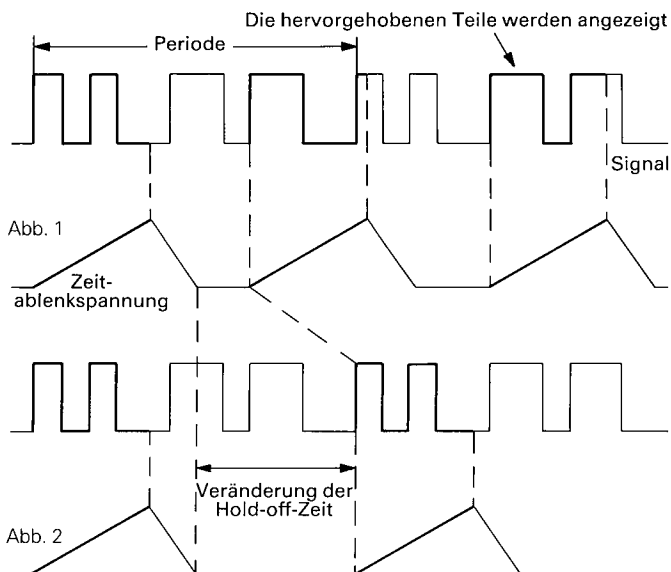


Abb. 1 zeigt das Schirmbild bei Rechtsanschlag des **HOLD-OFF**-Einstellknopfes (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

Abb. 2: Hier ist die Hold-off-Zeit so eingestellt, daß immer die gleichen Teile des Kurvenzuges angezeigt werden. Es wird ein stehendes Bild dargestellt.

Komponenten-Test

Der HM 203-6 hat einen eingebauten Komponenten-Tester, der durch Drücken der CT-Taste sofort betriebsbereit ist. Der zweipolige Anschluß des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die Isolierbuchse im umrahmten **Component-Tester-Feld** (rechts unter dem Bildschirm) und über eine der Masse-Buchsen im Y-Feld. Bei gedrückter **Component-Tester**-Taste sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den drei Front-BNC-Buchsen weiter anliegen. Deren Zuleitungen müssen also nicht gelöst werden (siehe aber unten „Tests direkt in der Schaltung“). Außer den **INTENS.**, **FOCUS**- und **X-POS.**-Kontrollen haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluß auf den Testbetrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit den CT-Buchsen sind zwei einfache Meßschnüre mit 4mm-Bananensteckern erforderlich. Nach beendetem Test kann durch Auslösen der CT-Taste der Oszilloskop-Betrieb übergangslos fortgesetzt werden.

Entsprechend der Schutzklasse des HM203-6 und der Schutzklasse eventuell über Meßkabel angeschlossener anderer Netzgeräte ist es möglich, daß die mit Massezeichen versehene Buchse mit dem Netzschutzleiter verbunden, also geerdet ist. Im allgemeinen ist das für den Test einzelner Bauteile ohne Belang.

Bei Tests in der Schaltung muß letztere unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Bei schutzgeerdeter Netzanschluß-Schaltung ist es dazu erforderlich, den Netzstecker der zu testenden Schal-

tung zu ziehen, damit auch deren Schutzerdverbindung aufgetrennt ist. Eine doppelte Schutzleiterverbindung würde zu falschen Testergebnissen führen.

Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!

Zum Schutz des Komponententesters und des Oszilloskops ist in Reihe mit der CT-Buchse eine Feinsicherung geschaltet. Bei Fehlbedienung, z.B. zu prüfendes Gerät nicht vom Netz getrennt, schmilzt sie durch. Sie darf nur durch eine Sicherung gleichen Typs ersetzt werden. Dazu muß das Oszilloskop geöffnet sein (siehe Service-Anleitung S1, „Öffnen des Gerätes“). Die Sicherung befindet sich auf der Unterseite des Gerätes (Nähe CT-Tastenschalter).

G-Sicherungseinsatz: Größe **5x20mm**, 250V~; C nach IEC 127, B.II; DIN 41 661. Abschaltung: **flick (F), 50mA**.

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Der Netztrafo im HM203-6 liefert eine netzfrequente Sinusspannung, die die Reihenschaltung aus Prüfobjekt und einem eingebauten Widerstand speist. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.

Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z.B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waagerechte Linie. Die Schrägstellung des Striches ist ein Maß für den Widerstandswert. Damit lassen sich ohmsche Widerstände zwischen **20Ω** und **4,7kΩ** testen.

Kondensatoren und **Induktivitäten** (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung, also auch zwischen den Ablenkspannungen. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. **Lage und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei Netzfrequenz.** Kondensatoren werden im Bereich **0,1μF** bis **1000μF** angezeigt.

Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet eine hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).

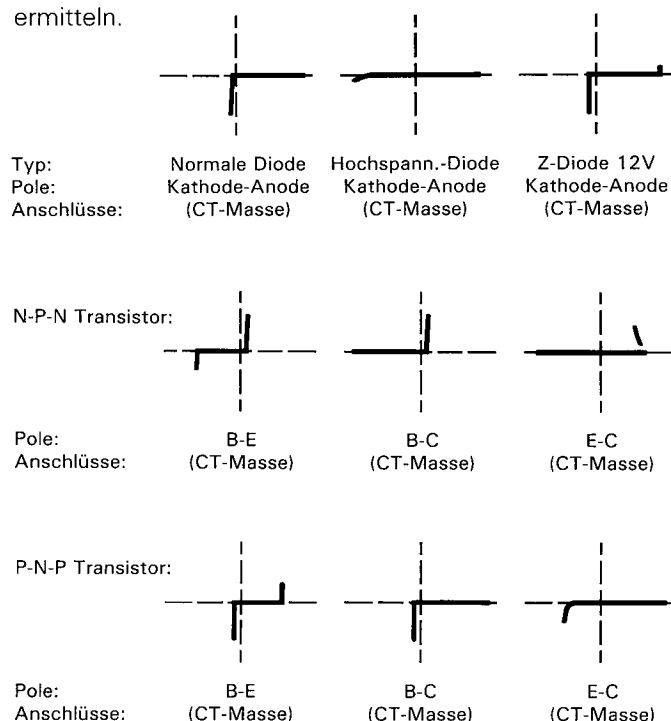
Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).

Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.

Bei Halbleitern erkennt man die **spannungsabhängigen Kennlinienknick**e beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden **Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik** dargestellt (z.B. bei einer Z-Diode unter 12V). Es handelt

sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z.B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge B-C, B-E, C-E. Da die am Testobjekt anliegende Spannung nur einige Volt beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller **Halbleiter zerstörungsfrei geprüft** werden. Andererseits ist deshalb ein Test der Durchbruch- oder Sperrspannung an Halbleitern für hohe Speisespannung ausgeschlossen. Das ist im allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben.

Recht genaue Ergebnisse erhält man beim **Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen** des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere auch für Halbleiter. Man kann damit z.B. den kathodenseitigen Anschluß einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlußfolge B-C-E eines unbekannten Transistortyps schnell ermitteln.



Zu beachten ist hier der Hinweis, daß die **Anschlußumpolung eines Halbleiters** (Vertauschen von CT-Buchse mit Masse-Buchse) eine **Drehung des Testbilds um 180°** um den Rastermittelpunkt der Bildröhre bewirkt.

Wichtiger noch ist die einfache Gut-Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluß, die im Service-Betrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird.

Die übliche Vorsicht gegenüber einzelnen MOS-Bauelementen in Bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend angeraten. – Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluß eines einzelnen Transistors

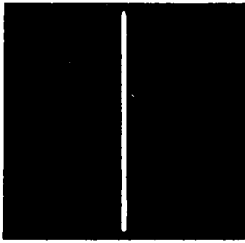
offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).

Tests direkt in der Schaltung sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen – besonders wenn diese bei Netzfrequenz relativ niederohmig sind – ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein **Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung**. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung gar nicht unter Strom gesetzt werden muß (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Meßpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluß einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluß sollte dann mit der **CT-Prüfbuchse ohne Massezeichen** verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich.

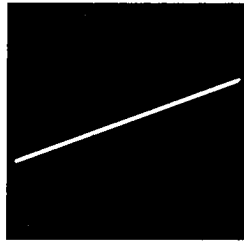
Beim Test in der Schaltung ist es notwendig, die an die BNC-Buchsen des HM203-6 angeschlossenen Meßkabel- und Tasterleiter-Verbindungen zur Schaltung hin zu trennen. Sonst ist man nicht mehr wahlfrei bei der Meßpunkt-Abtastung (doppelte Masseverbindung).

Die Testbilder auf Seite M17 zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.

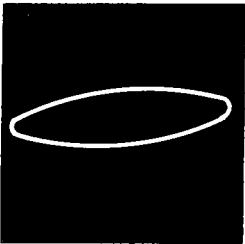
Testbilder Bauteile einzeln



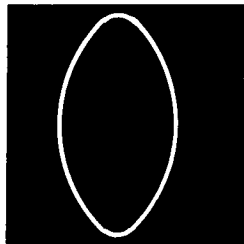
Kurzschluß



Widerstand 510 Ω

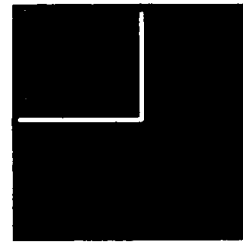


Netztrafo prim.

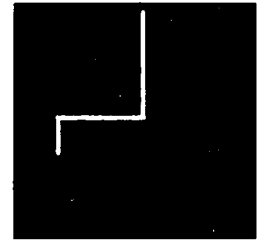


Kondensator 33 μF

Testbilder Transistoren einzeln



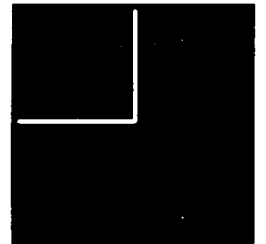
Strecke B-C



Strecke B-E

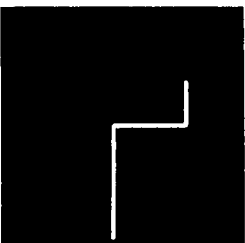


Strecke E-C

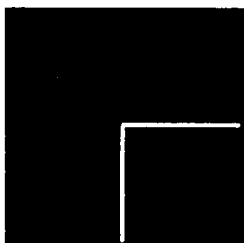


FET

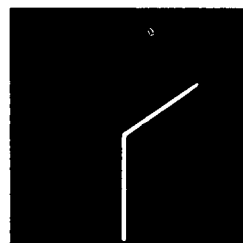
Testbilder Dioden einzeln



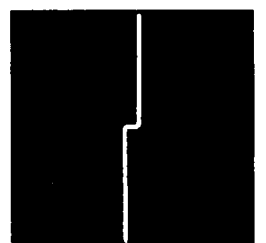
Z-Diode unter 8 V



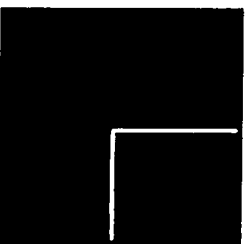
Z-Diode über 12 V



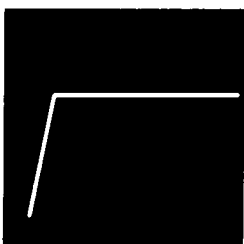
Diode parallel 680 Ω



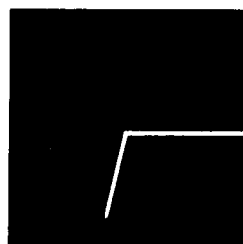
2 Dioden antiparallel



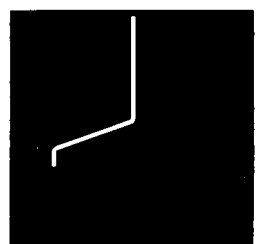
Siliziumdiode



Germaniumdiode



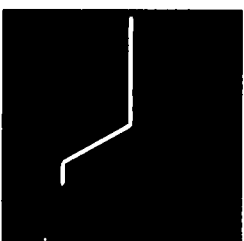
Diode in Reihe mit 51 Ω



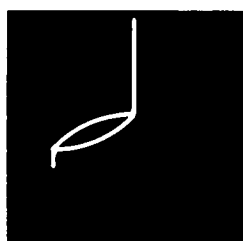
B-E parallel 680 Ω



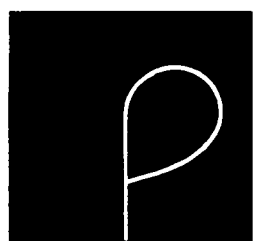
Gleichrichter



Thyristor G u. A verb.



Strecke B-E mit 1 μF + 680 Ω



Si.-Diode mit 10 μF

Testbilder Halbleiter in der Schaltung

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netzaste (oben rechts neben Bildschirm) drücken.
Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an.

Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I).

Keine weitere Taste drücken. **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC**. **TV SEP.**-Schalter auf **OFF**.

AT/NORM.-Taste nicht gedrückt. Eingangskopplungsschalter **CH.I** auf **GD**.

Am Knopf **INTENS.** mittlere Helligkeit einstellen.

Mit den Knöpfen **Y-POS.I** und **X-POS.** Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen.

Anschließend mit **FOCUS**-Knopf Zeitlinie scharf einstellen.

Betriebsart Vertikalverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.

Kanal II: Taste **CHI/II** gedrückt.

Kanal I und II: Taste **DUAL** gedrückt. Alternierende Kanalauswahl: Taste **CHOP.** nicht drücken.

Chopper-Kanalauswahl: Taste **CHOP.** drücken.

Signale <1 kHz oder Zeitkoeffizienten ≥ 1 ms/cm mit gedrückter Taste **CHOP.**

Kanäle I+II oder -I-II (Summe): Nur Taste **ADD** drücken.

Kanäle -I+II oder +I-II (Differenz): Taste **ADD** und **eine** der Tasten **INVERT** drücken.

Betriebsart Triggerung

Triggerart mit Taste **AT/NORM.** wählen:

AT = Automatische Triggerung ≥ 10 Hz – 40 MHz (ungedrückt). **NORM.** = Normaltriggerung (gedrückt).

Trigger-Flankenrichtung: mit Taste **+/-** wählen.

Interne Triggerung: Kanal wird mit Taste **TRIG.I/II (CH.I/II)** gewählt.

Externe Triggerung: Taste **EXT.** drücken; Synchron-Signal ($0,25 V_{ss} - 5 V_{ss}$) auf Buchse **TRIG. INP.**

Netztriggerung: **TRIG.**-Wahlschalter auf $\sim$.

Triggerkopplung mit **TRIG.**-Wahlschalter **AC-DC-HF-LF** wählen. Frequenzbereiche der Triggerkopplung:

AC: ≥ 10 Hz bis 20 MHz; **DC**: 0 bis 20 MHz;

HF: 1,5 kHz bis 40 MHz; **LF**: 0 bis 1 kHz.

Video-Signalgemische mit Zeilenfrequenz: **TV SEP.**-Schalter auf **TV: H.**

Video-Signalgemische mit Bildfrequenz: **TV SEP.**-Schalter auf **TV: V.**

Dabei richtige Flankenrichtung mit Taste **+/-** wählen (Synchronimpuls oben $\triangle +$, unten $\triangle -$).

Triggeranzeige beachten: Lampe neben **TRIG.**-Wahlschalter.

Messung

Meßsignal den Vertikal-Eingangsbuchsen von **CH.I** und/oder **CH.II** zuführen.

Tastenteiler vorher mit eingebautem Rechteckgenerator **CAL.** abgleichen.

Meßsignal-Ankopplung auf **AC** oder **DC** schalten.

Mit Teilerschalter Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.

Am **TIME/DIV.**-Schalter Zeitkoeffizienten wählen.

Triggerpunkt mit **LEVEL**-Knopf einstellen (bei Normaltriggerung).

Komplexe oder aperiodische Signale evtl. mit vergrößerter **HOLD-OFF**-Zeit triggern.

Amplitudenmessung mit Y-Feinsteller auf Linksanschlag **CAL.**

Zeitmessung mit Zeit-Feinsteller auf Linksanschlag **CAL.**

X-Dehnung $\times 10$: Taste **X-MAG. $\times 10$** drücken.

Externe Horizontalablenkung (**XY-Betrieb**) mit gedrückter Taste **X-Y** (X-Eingang: **CH.II**).

Komponenten-Test

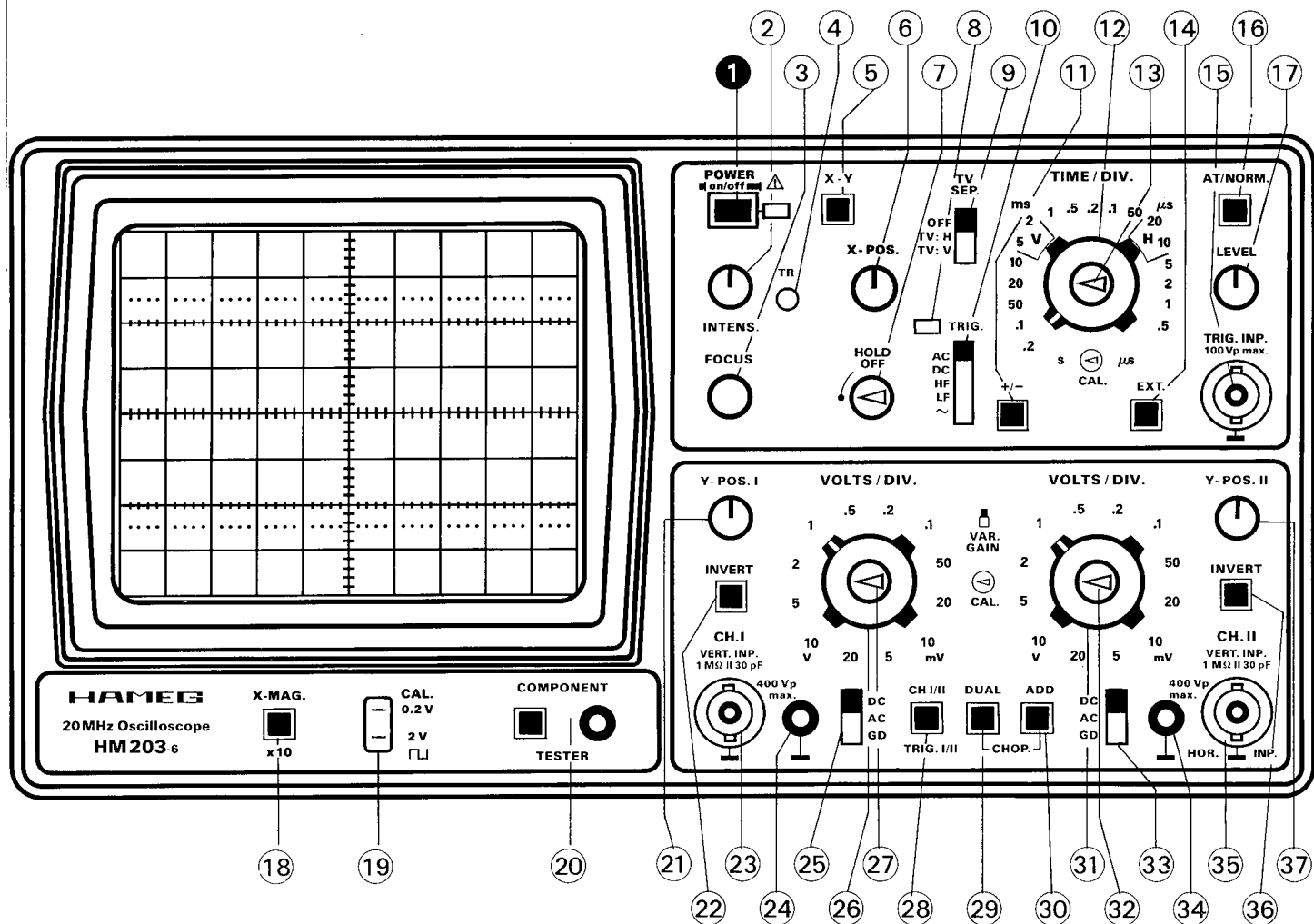
Component-Tester-Taste drücken. Bauteil zweipolig an CT-Buchse und Masse-Buchse anschließen.

Test in der Schaltung: Schaltung spannungsfrei und massefrei (erdfrei) machen. Netzstecker der zu testenden Schaltung ziehen, Verbindungen mit HM203-6 lösen (Kabel, Tastenteiler), dann erst testen.

Element	Funktion	Element	Funktion
❶ POWER on/off (Taste + LED-Anzeige)	Netz Ein/Aus; Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an.	❷③ CH. I (BNC-Buchse)	Signaleingang – Kanal I. Eingangsimpedanz $1\text{M}\Omega \parallel 30\text{pF}$.
❷ INTENS. (Drehknopf)	Helligkeitseinstellung für den Kathodenstrahl.	❷④ Masse (4mm-Buchse)	Separate Massebuchse.
❸ FOCUS (Drehknopf)	Schärfereinstellung für den Kathodenstrahl. Ist bei stark veränderter Helligkeit nachzustellen.	❷⑤ DC–AC–GD (Schiebeschalter)	Schalter für die Eingangssignal- ankopplung von Kanal I. DC = direkte Ankopplung, AC = An- kopplung über einen Kondensator, GD = Eingang vom Signal getrennt, Verstärker an Masse geschaltet.
❹ TR Trimpotentiometer (Einstellung mit Schraubenzieher)	Trace Rotation (Strahldrehung). Dient zur Kompensation des Erdmagnetfeldes. Der horizontale Strahl wird damit parallel zum Raster gestellt.	❷⑥ VOLTS/DIV. (12stufig. Drehschalter)	Eingangsteiler für Kanal I. Bestimmt den Y-Verstärkungsfaktor in 1-2-5 Schritten und gibt den Umrechnungsfaktor an (V/cm, mV/cm).
❺ X-Y (Drucktaste)	Umschaltung auf XY-Betrieb. Zuführung der horiz. Ablenkspannung über den Eingang von Kanal II.	❷⑦ VAR. GAIN (Drehknopf)	Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal I). Erhöht die Verstärkung max. um den Faktor 2,5. Calibrierung am Linksansschlag (Pfeil nach links zeigend).
Achtung! Bei fehlender Zeitablenkung Einbrenngefahr.		❷⑧ CH I/II-TRIG. I/II (Drucktaste)	Keine Taste gedrückt: Kanal I-Betrieb und Triggerung von Kanal I. Taste gedrückt: Kanal II-Betrieb und Triggerung von Kanal II. (Triggerwahl bei DUAL- u. ADD-Betr.).
❻ X-POS. (Drehknopf)	Strahlverschiebung in horizontaler Richtung.	❷⑨ DUAL (Drucktaste)	Taste nicht gedrückt: Einkanalbetrieb. Taste DUAL gedrückt: Zeikanalbetrieb mit alternierender Umschaltung. DUAL und ADD. gedrückt: Zweikanalbetrieb mit Chopper-Umschaltung.
❼ HOLD OFF (Drehknopf)	Verlängerung der Holdoff-Zeit zwischen den Ablenkperioden. Grundstellung = Linksanschlag.	❷⑩ ADD. (Drucktaste)	ADD allein gedrückt: Algebr. Addition. In Kombination mit INVERT: Differenz.
❽ TRIG. (LED-Anzeige)	Anzeige leuchtet, wenn Zeitbasis getriggert wird.	❷⑪ VOLTS/DIV. Y-Verstärkung (12stufig. Drehschalter)	Eingangsteiler Kanal II. Bestimmt den Y-Verstärkungsfaktor in 1-2-5 Schritten und gibt den Umrechnungsfaktor an (V/cm, mV/cm).
❾ TV SEP. (Hebelschalter)	Schalter für den TV-Sync.-Separator. OFF = normale Triggerung, TV: H = Triggerung für Zeile, TV: V = Triggerung für Bild.	❷⑫ VAR. GAIN Y-Verstärkung (Drehknopf)	Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal II). Erhöht die Verstärkung max. um den Faktor 2,5. Calibrierung am Linksanschlag (Pfeil nach links zeigend).
❿ TRIG. AC-DC-HF-LF-~ (Hebelschalter)	Wahl der Triggerankopplung: AC: 10 Hz – 20 MHz. DC: 0 – 20 MHz. HF: 1,5 kHz – 40 MHz. LF: 0 – 1 kHz. ~: Triggerung mit Netzfrequenz.	❷⑬ DC–AC–GD (Schiebeschalter)	Schalter für die Eingangssignal- ankopplung von Kanal II. DC = direkte Ankopplung, AC = An- kopplung über einen Kondensator, GD = Eingang vom Signal getrennt, Verstärker an Masse geschaltet.
⓫ +/- (Drucktaste)	Wahl der Triggerflanke. Taste nicht gedrückt: positiv, Taste gedrückt: negativ.	❷⑭ Masse (4mm-Buchse)	Separate Massebuchse.
⓬ TIME/DIV. (18stufiger Drehschalter)	Bestimmt Zeitkoeffizienten (Zeitablenkgeschwindigkeit) der Zeitbasis von $0,5\mu\text{s/cm}$ bis $0,2\text{s/cm}$.	❷⑮ CH. II (BNC-Buchse)	Signaleingang – Kanal II. Eingangsimpedanz $1\text{M}\Omega \parallel 30\text{pF}$.
⓬ Variable Zeitbasiseinstellung (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Zeitbasis. Erhöht Zeitablenkgeschwindigkeit um den Faktor 2,5 (Rechtsanschlag). Cal. Stellung nur am Linksanschlag (Pfeil nach links).	❷⑯ INVERT (CH II) (Drucktaste)	Invertierung von Kanal II. In Verbindung mit gedrückter ADD-Taste ❷⑩ = Differenzdarstellung.
⓬ EXT. (Drucktaste)	Umschaltung auf externe Triggerung. Signalführung über BNC-Buchse TRIG. INP. ❷⑮	❷⑰ Y-POS. II (Drehknopf)	Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal II. Im XY-Betrieb außer Funktion.
⓬ TRIG. INP. (BNC-Buchse)	Eingang für externes Triggersignal. Taste ❷⑮ gedrückt.		
⓬ AT/NORM. (Drucktaste)	Taste nicht gedrückt: Zeitlinie auch ohne Signal sichtbar, Triggerung autom. Taste gedrückt: Zeitlinie nur mit Signal, Normaltriggerung mit LEVEL ❷⑰		
⓬ LEVEL (Drehknopf)	Einstellen des Triggerpunktes bei gedrückter Taste AT/NORM ❷⑰		
⓬ X-MAG. x10 (Drucktaste)	10fach Dehnung in X-Richtung. Max. Auflösung (inkl. ❷⑮) 20ns/cm .		
⓬ CALIBRATOR 0.2V-2V	Ausgänge des Calibrators $0,2V_{ss}$ und $2V_{ss}$		
⓬ COMPONENT TESTER (Drucktaste und 4mm-Buchse)	Einschaltung des Komponententesters. Testkabel an Test- und Massebuchse.		
⓬ Y-POS. I (Drehknopf)	Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal I.		
⓬ INVERT (CH I) (Drucktaste)	Invertierung von Kanal I. In Verbindung mit gedrückter ADD-Taste ❷⑩ = Differenzdarstellung.		

Einstellungen an der Unterseite des Gerätes:

CH. I DC-Balance **CH. II** Zur Korrektur der DC-Balance.
(Trimpotentiometer) Einstellungen mit Schraubenzieher.
(Nicht einstellen, bevor Anleitung Kapitel „Korrektur DC-Balance“ gelesen).



Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des HM203-6 zu überprüfen. Aus dem Test eventuell resultierende Korrekturen und Abgleicharbeiten im Innern des Gerätes sind in der Service-Anleitung beschrieben. Sie sollten jedoch nur von Personen mit entsprechender Fachkenntnis durchgeführt werden.

Wie bei den Voreinstellungen ist darauf zu achten, daß zunächst alle vier Knöpfe mit Pfeilen in Calibrierstellung stehen. Keine der Tasten soll gedrückt sein. **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC**; **TV SEP.**-Schalter auf **OFF**. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

Strahlröhre, Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung

Die Strahlröhre im HM203-6 hat normalerweise eine gute Helligkeit. Ein Nachlassen derselben kann nur visuell beurteilt werden. Eine gewisse Randunschärfe ist jedoch in Kauf zu nehmen. Sie ist röhrentechnisch bedingt. Zu geringe Helligkeit kann die Folge zu kleiner Hochspannung sein. Dies erkennt man leicht an der dann stark vergrößerten Empfindlichkeit des Vertikalverstärkers. Der Einstellbereich für maximale und minimale Helligkeit muß so liegen, daß kurz vor Linksanschlag des **INTENS.**-Einstellers der Strahl gerade verlöscht und bei Rechtsanschlag die Schärfe und Strahlbreite noch akzeptabel sind. **Auf keinen Fall darf bei maximaler Intensität mit Zeitablenkung der Rücklauf sichtbar sein. Auch bei gedrückter Taste X-Y muß sich der Strahl völlig verdunkeln lassen.** Dabei ist zu beachten, daß bei starken Helligkeitsveränderungen immer neu fokussiert werden muß. Außerdem soll bei max. Helligkeit kein „Pumpen“ des Bildes auftreten. Letzteres bedeutet, daß die Stabilisation der Hochspannungsversorgung nicht in Ordnung ist. Die Potentiometer für Hochspannung, minimale und maximale Helligkeit sind nur innen zugänglich (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Ebenfalls röhrentechnisch bedingt sind gewisse Toleranzen der Linearität und Rasterverzeichnung. Sie sind in Kauf zu nehmen, wenn die vom Röhrenhersteller angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Auch hierbei sind speziell die Randzonen des Schirms betroffen. Ebenso gibt es Toleranzen der Achsen- und Mittenabweichung. Alle diese Grenzwerte werden von HAMEG überwacht. Das Aussuchen einer toleranzfreien Bildröhre ist praktisch unmöglich (zu viele Parameter).

Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob sich die maximale Schärfe waagerechter und senkrechter Linien bei derselben **FOCUS**-Knopfeneinstellung ergibt. Man erkennt dies am besten bei der Abbil-

dung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1 MHz). Bei normaler Helligkeit werden mit dem **FOCUS**-Regler die waagerechten Linien des Rechtecks auf die bestmögliche Schärfe eingestellt. Die senkrechten Linien müssen jetzt auch die maximale Schärfe haben. Wenn sich diese jedoch durch die Betätigung des **FOCUS**-Reglers verbessern läßt, ist eine Astigmatismus-Korrektur erforderlich. Hierfür befindet sich im Gerät ein Potentiometer von 50k Ω (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers

Beide Eigenschaften werden im wesentlichen von den Eingangsstufen bestimmt. **Die Prüfung und Korrektur der DC-Balance erfolgt wie in der Bedienungsanleitung beschrieben.**

Einen gewissen Aufschluß über die Symmetrie beider Kanäle und des Y-Endverstärkers erhält man beim Invertieren (Taste **INVERT** drücken). Bei guter Symmetrie darf sich die Strahlage um etwa 5mm ändern. Gerade noch zulässig wäre 1 cm. Größere Abweichungen weisen auf eine Veränderung im Vertikalverstärker hin.

Eine weitere Kontrolle der Y-Symmetrie ist über den Stellbereich der **Y-POS.**-Einstellung möglich. Man gibt auf den Y-Eingang ein Sinussignal von etwa 10-100kHz (Signalkopplung dabei auf **AC**). Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 8cm der **Y-POS. I**-Knopf nach beiden Seiten bis zum Anschlag gedreht wird, muß der oben und unten noch sichtbare Teil ungefähr gleich groß sein. Unterschiede bis 1 cm sind noch zulässig.

Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa **10 Minuten Einschaltzeit** wird die Zeitlinie exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die vertikale Strahlage um nicht mehr als 5mm verändern. Größere Abweichungen werden oft durch unterschiedliche Einzeldaten des Doppel-FET's im Eingang des Y-Vorverstärkers verursacht. Teilweise werden Driftschwankungen auch von dem am Gate vorhandenen Offsetstrom beeinflusst. Dieser ist zu hoch, wenn sich beim Durchdrehen des betreffenden Teilerschalters über alle Stellungen ohne Signal die vertikale Strahlage insgesamt mehr als 0,5mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längerer Betriebszeit des Gerätes auf.

Calibration des Vertikalverstärkers

Die Ausgangsbuchsen des Calibrators geben eine Rechteckspannung von **0,2V_{ss}** bzw. **2V_{ss}** ab. Sie haben normalerweise eine Toleranz von nur 1%. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen der 0,2V-Ausgangs-Öse und dem Eingang des Vertikalverstärkers her (Tastkopf 1:1), muß

das aufgezeichnete Signal in Stellung **50mV/cm 4cm hoch** sein (Feineinstellknopf des Teilerschalter auf Linksanschlag **CAL.**; Signalankopplung **DC**). Abweichungen von maximal 1,2 mm (3 %) sind gerade noch zulässig. Wird zwischen der 2V-Ausgangs-Buchse und Meßeingang ein **Tastteiler 10:1** geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe ergeben. Bei größeren Toleranzen sollte man erst klären, ob die Ursache im Vertikalverstärker selbst oder in der Amplitude der Rechteckspannung zu suchen ist. Unter Umständen kann auch ein zwischengeschalteter Tastteiler fehlerhaft oder falsch abgeglichen sein oder zu hohe Toleranzen haben. Gegebenenfalls ist die Calibration des Vertikalverstärkers mit einer exakt bekannten Gleichspannung möglich (**DC**-Signalankopplung!). Die vertikale Strahlage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkkoeffizienten verändern.

Der Feineinstellknopf am Teilerschalter erhöht am Rechtsanschlag die Eingangsempfindlichkeit in jeder Schalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. Stellt man den Teilerschalter auf **0.1V/cm**, soll sich die Calibratorsignal-Höhe von 2 cm auf mindestens 5 cm ändern.

Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist nur mit Hilfe eines Rechteckgenerators mit kleiner Anstiegszeit (max. 5 ns) möglich. Das Verbindungskabel muß dabei direkt am Vertikaleingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand (z.B. HAMEG HZ34 mit HZ22) abgeschlossen sein. Zu kontrollieren ist mit 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz und 1 MHz. Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 1 MHz und einer Bildhöhe von 4-5 cm, kein Überspringen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegsflanke oben auch nicht nennenswert verrundet sein. Bei den angegebenen Frequenzen dürfen weder Dachschrägen noch Löcher oder Höcker im Dach auffällig sichtbar werden. Einstellung: Ablenkkoeffizient **5mV/cm**; Signalankopplung auf **DC**; Y-Feinsteller in Calibrationsstellung **CAL.**. Im allgemeinen treten nach Verlassen des Werkes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann. Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. Der vor den Verstärker geschaltete **Eingangsteiler ist in jeder Stellung frequenzkompensiert**. Bereits kleine kapazitive Veränderungen können die Übertragungsgüte herabsetzen. Fehler dieser Art werden in der Regel am besten mit einem Rechtecksignal niedriger Folgefrequenz (z.B. 1 kHz) erkannt. Wenn ein solcher Generator mit max. 40V_{ss} zur Verfügung steht, ist es empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen der Eingangsteiler zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Abgleichplan). Allerdings ist hierfür noch ein kompensierter **2:1-Vorteiler** erforderlich, welcher auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen wird. Er kann selbstgebaut oder

unter der Typenbezeichnung HZ23 von HAMEG bezogen werden. (siehe Zubehörprospekt). Wichtig ist nur, daß der Teiler abgeschirmt ist. Zum Selbstbau benötigt man an elektrischen Bauteilen einen 1 MΩ-Widerstand ($\pm 1\%$) und, parallel dazu, einen C-Trimmer 3/15 pF parallel mit etwa 20 pF. Diese Parallelschaltung wird einerseits direkt mit dem Vertikaleingang **I** bzw. **II**, andererseits über ein möglichst kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. Der Vorteiler wird in Stellung **5mV/cm** auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen (Feineinstellknopf auf **CAL.**; Signalankopplung auf **DC**; Rechteckdächer exakt horizontal ohne Dachschräge). Danach soll die Form des Rechtecks in jeder Eingangsteilerstellung gleich sein.

Betriebsarten: CH. I/II, DUAL, ADD, CHOP., INV. I und XY-Betrieb

Wird die Taste **DUAL** gedrückt, müssen sofort zwei Zeitlinien erscheinen. Bei Betätigung der **Y-POS.**-Knöpfe sollten sich die Strahlagen gegenseitig nicht beeinflussen. Trotzdem ist dies auch bei intakten Geräten nicht ganz zu vermeiden. Wird ein Strahl über den ganzen Schirm verschoben, darf sich die Lage des anderen dabei um maximal 0,5 mm verändern.

Ein Kriterium bei Chopperbetrieb ist die Strahlverbreiterung und Schattenbildung um die Zeitlinie im oberen oder unteren Bildschirmbereich. Normalerweise darf beides nicht sichtbar sein. **TIME/DIV.**-Schalter dabei auf **2µs/cm**; Tasten **DUAL** und **CHOP.** drücken. Signalkopplung auf **GD**; **INTENS.**-Knopf auf Rechtsanschlag; **FOCUS**-Einstellung auf optimale Schärfe. Mit den beiden **Y-POS.**-Knöpfen wird eine Zeitlinie auf +2 cm, die andere auf -2 cm Höhe gegenüber der horizontalen Mittellinie des Rasters geschoben. Nicht mit dem Zeit-Feinsteller auf die Chopperfrequenz (500 kHz) synchronisieren! Mehrmals Taste **CHOP.** auslösen und drücken. Dabei müssen Spurverbreiterung und periodische Schattenbildung vernachlässigbar sein.

Wesentliches Merkmal bei **I+II** bzw. **-I-II** (nur Taste **ADD** gedrückt) oder **-I+II** bzw. **+I-II**-Betrieb (jeweilige Taste **INVERT** zusätzlich gedrückt) ist die Verschiebbarkeit der Zeitlinie mit **beiden Y-POS.**-Knöpfen.

Bei XY-Betrieb (**X-Y**-Taste gedrückt) muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Dabei sollen die beiden Feinsteller auf Linksanschlag (**CAL.**) stehen und die Dehnungstaste **X-MAG. x10** nicht gedrückt sein. Gibt man das Signal des eingebauten Rechteckgenerators auf den Eingang von Kanal II, muß sich horizontal, wie bei Kanal I in vertikaler Richtung, eine Ablenkung von **4 cm** ergeben (**50mV/cm**-Stellung).

Die Prüfung der Einzelkanaldarstellung mit der Taste **CH I/II** erübrigt sich. Sie ist indirekt in den oben angeführten Prüfungen bereits enthalten.

Kontrolle Triggerung

Wichtig ist die interne Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim HM203-6 sollte sie bei 3 bis 5 mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Stör- und Rauschpegel in sich, insbesondere dann, wenn die Empfindlichkeit des Vertikaleingangs mit dem Feinregler auf Rechtsanschlag erhöht wurde. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten. Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50 Hz und 1 MHz bei automatischer Triggerung (**AT/NORM.**-Taste nicht gedrückt). Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung (**AT/NORM.**-Taste gedrückt) vorhanden ist. Hierbei muß eine **LEVEL**-Einstellung vorgenommen werden. Durch Drücken der **+/-** Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM203-6 muß, bei einer Bildhöhe von etwa 5 mm und **HF**-Einstellung der Triggerkopplung, Sinussignale bis 40 MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (Taste **EXT.** gedrückt) sind mindestens 0,25 V_{ss} Spannung (synchron zum Y-Signal) an der Buchse **TRIG. INP.** erforderlich.

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Eine zeilenfrequente Darstellung erhält man mit **TV SEP.**-Schalter auf **TV: H** und **TIME/DIV.**-Schalter auf **20** oder **10 µs/cm**. Die bildfrequente Darstellung ergibt sich bei **TV: V** und bei **5** oder **2 ms/cm**. Die Flankenrichtung muß mit Taste **+/-** richtig gewählt sein. Sie gilt dann für beide Darstellungen.

Die TV-Triggerung ist dann einwandfrei, wenn bei zeilen- und bei bildfrequenter Darstellung die Amplitude des kompletten Videosignals (vom Weißwert bis zum Dach des Zeilenimpulses) zwischen 8 und 80 mm bei stabiler Darstellung geändert werden kann.

Wird mit einem **Sinussignal ohne Gleichspannungsanteil** intern oder extern getriggert, dann darf sich beim Umschalten von **AC** auf **DC** des **TRIG.**-Wahlschalters das Bild nicht horizontal verschieben. Voraussetzung hierfür ist eine **korrekte DC-Balance-Einstellung** des Vertikalverstärkereingangs (siehe Bedienungsanleitung).

Werden beide Vertikalverstärkereingänge **AC**-gekoppelt an das gleiche Signal geschaltet und im alternierenden Zweikanal-Betrieb (nur Taste **DUAL** gedrückt) beide Strahlen auf dem Bildschirm exakt zur Deckung gebracht, dann darf in keiner Stellung der Taste **CH.I/II-TRIG.I/II** oder beim Umschalten des **TRIG.**-Wahlschalters von **AC** auf **DC** eine Änderung des Bildes sichtbar sein.

Eine Kontrolle der **Netztriggerung (50-60 Hz)** in Stellung ~ des **TRIG.**-Wahlschalters ist mit einer netzfrequenten

Eingangsspannung (auch harmonisch oder subharmonisch) möglich. Um zu kontrollieren, ob die Netztriggerung bei sehr kleiner oder großer Signalspannung nicht aussetzt, sollte die Eingangsspannung bei ca. 1 V liegen. Durch Drehen des betreffenden Eingangsteilerschalters (mit Feinsteller) läßt sich die dargestellte Signalthöhe dann beliebig variieren.

Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die **Zeitlinie 10 cm lang** ist. Andernfalls kann sie am Potentiometer für die Sweep-Amplitude (siehe Abgleichplan) korrigiert werden. Diese Einstellung sollte bei der mittleren **TIME/DIV.**-Schalterstellung **5 µs/cm** erfolgen. Vor Beginn der Arbeit ist der Zeit-Feinsteller auf **CAL.** einzurasten. Die Taste **X-MAG. x10** soll nicht gedrückt sein. Dies gilt, bis deren einzelne Änderungsbereiche kontrolliert werden. Ferner ist zu untersuchen, ob die Zeitablenkung von links nach rechts schreibt. Hierzu Zeitlinie mit **X-POS.**-Einsteller auf horizontale Rastermitte zentrieren und **TIME/DIV.**-Schalter auf **0,2 s/cm** stellen (Wichtig nur nach Röhrenwechsel!).

Steht für die Überprüfung der Zeitbasis kein exakter Markengeber zur Verfügung, kann man auch mit einem genau geeichten Sinusgenerator arbeiten. Seine Frequenztoleranz sollte nicht größer als $\pm 1\%$ sein. Die Zeitwerte des HM203-6 werden zwar mit $\pm 3\%$ angegeben; in der Regel sind sie jedoch wesentlich besser. Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mind. 10 Schwingungen, d.h. **alle cm ein Kurvenzug** abgebildet werden. Zur exakten Beurteilung wird mit Hilfe der **X-POS.**-Einstellung die Spitze des ersten Kurvenzuges genau hinter die erste vertikale Linie des Rasters gestellt. Die Tendenz einer evtl. Abweichung ist schon nach den ersten Kurvenzügen erkennbar.

Recht genau kann man die Bereiche **20** und **10 ms/cm** mit Netzfrequenz **50 Hz** kontrollieren. Es wird dann bei **20 ms/cm** alle cm und bei **10 ms/cm** alle 2 cm ein Kurvenzug abgebildet.

Für häufige Routinekontrollen der Zeitbasis an einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist die Anschaffung eines Oszilloskop-Calibrators (z.B. HZ62) empfehlenswert. Dieser besitzt auch einen quartzgenauen Markergeber, der für jeden Zeitbereich Impulse im Abstand von 1 cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßig mit Normaltriggerung (Taste **AT/NORM.** gedrückt) und **LEVEL**-Einstellung gearbeitet wird.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Frequenzen für den jeweiligen Bereich benötigt werden.

0.2 s/cm – 5 Hz	0.2 ms/cm – 5 kHz
0.1 s/cm – 10 Hz	0.1 ms/cm – 10 kHz
50 ms/cm – 20 Hz	50 µs/cm – 20 kHz
20 ms/cm – 50 Hz	20 µs/cm – 50 kHz
10 ms/cm – 100 Hz	10 µs/cm – 100 kHz
5 ms/cm – 200 Hz	5 µs/cm – 200 kHz
2 ms/cm – 500 Hz	2 µs/cm – 500 kHz
1 ms/cm – 1 kHz	1 µs/cm – 1 MHz
0.5 ms/cm – 2 kHz	0.5 µs/cm – 2 MHz

einstellen läßt. Beim HM 203-6 mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von $\pm 0,57^\circ$ (1 mm Höhenunterschied auf 10 cm Strahllänge) zur Erdfeldkompensation.

Steht ein kontinuierlich einstellbarer Netztrafo zur Verfügung, sollte unbedingt auch das **Verhalten bei Netzspannungsänderungen** überprüft werden. Innerhalb einer Schwankung von $\pm 10\%$ bezogen auf die am Spannungswähler (Rückwand) eingestellte Netzspannung dürfen sich im normalen Oszilloskop-Betrieb weder in Y- noch in X-Richtung auf dem Bildschirm irgendwelche Änderungen zeigen.

Dreht man den Zeit-Feineinsteller bis zum Anschlag nach rechts, erfordert ein Kurvenzug **mindestens 2,5 cm** horizontaler Länge (Taste **X-MAG. x10** ungedrückt; Messung bei **50 µs/cm**).

Drückt man die Taste **X-MAG. x10**, dann erscheint nur alle **10 cm** ($\pm 5\%$) ein Kurvenzug (Zeit-Feineinsteller auf **CAL.**; Messung bei **5 µs/cm**). Die Toleranz läßt sich aber leichter in Stellung **50 µs/cm** erfassen (ein Kurvenzug pro cm).

HOLD-OFF-Zeit

Die Änderung der **HOLD-OFF**-Zeit beim Drehen des Knopfes ist ohne Eingriff in den HM 203-6 nicht zu kontrollieren. Immerhin kann die Strahlverdunklung (ohne Eingangssignal bei automatischer Triggerung) geprüft werden. Hierzu sind der **TIME/DIV.**-Schalter und sein Feinregler auf **Rechtsanschlag** einzustellen. Dann soll am Linksanschlag des Knopfes **HOLD-OFF** der Strahl hell, am Rechtsanschlag dagegen merklich dunkler sein.

Komponenten-Tester

Nach Druck auf die **Component-Tester**-Taste muß bei offener CT-Buchse sofort eine horizontale Strahllinie von **ca. 8 cm Länge** erscheinen. Verbindet man die CT-Buchse mit einer der Masse-Buchsen, muß sich eine vertikale Linie von **ca. 6 cm Höhe** zeigen. Die angegebenen Maße tolerieren etwas. Sie sind u.a. abhängig von der Netzspannung.

Korrektur der Strahlage

Die Strahlröhre hat eine zulässige Winkelabweichung von $\pm 5^\circ$ zwischen der X-Ablenkplattenebene D1 D2 und der horizontalen Mittellinie des Innenrasters. Zur Korrektur dieser Abweichung und der von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß das mit **TR** bezeichnete Potentiometer (rechts neben dem Bildschirm) nachgestellt werden. Im allgemeinen ist der Strahldrehbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahllinie mit dem **TR**-Potentiometer etwas schräg **nach beiden Seiten** um die horizontale Rastermittellinie



Oscilloscopes

Multimeters

Counters

Frequency Synthesizers

Generators

R- and LC-Meters

Spectrum Analyzers

Power Supplies

Curve Tracers

Time Standards

HM203-6

HAMEG GmbH

Industriestraße 6

D-63533 Mainhausen

Telefon: +49 (0) 6182 / 800-0

Telefax: +49 (0) 6182 / 800-100

E-mail: sales@hameg.de

service@hameg.de

Internet:
www.hameg.de

Printed in Germany

Technische Daten

Betriebsarten

Kanal I, Kanal II, Kanal I und Kanal II,
Kanalumschaltung: alt. u. chop. (ca. 0,5 MHz).
Summe und Differenz: $\pm$ Kanal I $\pm$ Kanal II
 (beide Kanäle sind invertierbar).
XY-Betrieb: über KII und KI.

Vertikalablenkung (Y)

Frequenzbereich: 2x 0 bis 20 MHz (-3 dB).
 Anstiegszeit: ca. 17,5 ns. Überspringen: $\leq 1\%$.
Ablenkoeffizienten: 12 kalibrierte Stellungen
 von 5 mV/cm bis 20 V/cm mit 1-2-5 Teilung,
 variabel 1:2,5 bis mindestens **2 mV/cm**.
 Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: $\pm 3\%$.
Eingangsimpedanz: 1 M Ω || 30 pF.
 Eingangskopplung: AC (-3 dB $\triangleq$ max. 2 Hz) –
 DC – GROUND.
 Eingangsspannung: max. 400 V (DC + Spitze AC).

Zeitablenkung (T)

Zeitkoeffizienten: 18 kalibrierte Stellungen
 von 0,5 μ s/cm bis 0,2 s/cm mit 1-2-5 Teilung,
 variabel 1:2,5 bis mindestens 0,2 μ s/cm,
 mit **X-Dehnung x10** ($\pm 5\%$) bis ca. **20 ns/cm**.
 Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: $\pm 3\%$.
 Hold-off-Zeit: variabel bis ca. 10:1.
Triggerung: Automatik (≥ 10 Hz) oder Normal
 mit Pegelstellung. **LED-Anz.** für Triggereinsatz.
 Bandbreite: **0 bis 40 MHz** ab 5 mm, ext. $\geq 0,25$ V.
 Flankenrichtung: positiv oder negativ.
 Quellen: KI I, KII, Netz, extern.
 Kopplung: **AC** (≥ 10 Hz), **DC**, **LF** (0 bis ≤ 1 kHz),
HF ($\geq 1,5$ kHz bis 40 MHz).
Aktiver TV-Sync-Separator für Zeile und Bild.

Horizontalablenkung (X)

Frequenzbereich: 0 bis 2,5 MHz (-3 dB).
 Eingang über KII (siehe Vertikalablenkung).
X-Y-Phasendifferenz: $< 3^\circ$ unter 120 kHz.

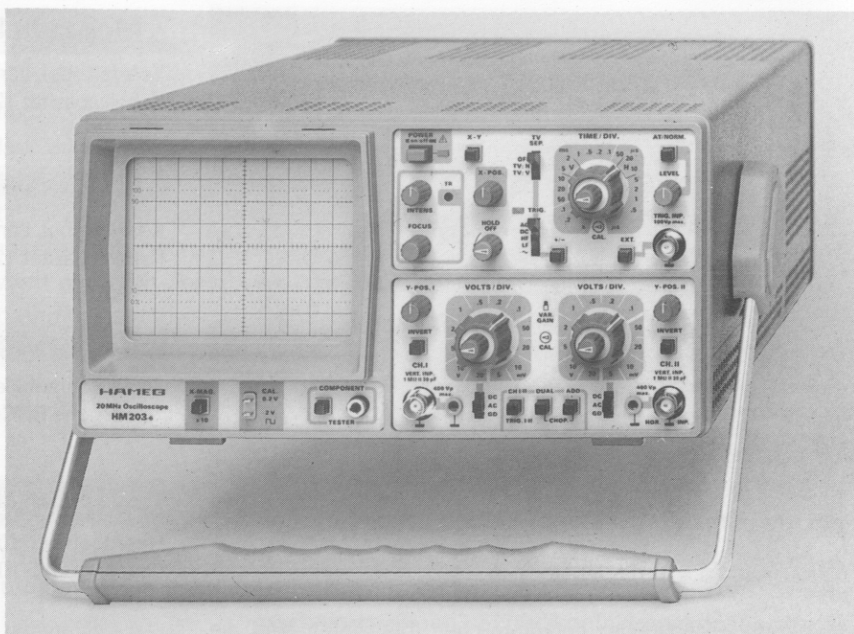
Component-Tester

Testspannung: max. 8,5 V_{eff} (Leerlauf).
Teststrom: max. 24 mA_{eff} (Kurzschluß).
Testfrequenz: 50 bzw. 60 Hz (Netzfrequenz).
 Testkabelanschluß: 2 Steckbuchsen 4 mm $\varnothing$.
 Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter).

Verschiedenes

Röhre: D14-364 GY/123, **8x10 cm**.
 Rechteckform, Innenraster, Schnellheizung.
 Beschleunigungsspannung: 2000 V.
 Strahldehnung: auf Frontseite einstellbar.
Calibrator: Rechteckgenerator ca. 1 kHz für
 Tastkopfableich. Ausgang: 0,2 V u. 2 V $\pm 1\%$.
Netzanschluß: 110, 125, 220, 240 V ~.
 Zulässige Netzspannungsschwankung: $\pm 10\%$.
 Netzfrequenzbereich: 50 bis 60 Hz.
Leistungsaufnahme: ca. 37 Watt.
Schutzart: Schutzklasse I (VDE 0411).
 (Schutzklasse II gegen Aufpreis.)
 Gewicht: ca. 7,5 kg. Farbe: techno-braun.
 Gehäusemaße: **B** 285, **H** 145, **T** 380 mm.
 Mit verstellbarem Aufstell-Tragegriff.

Änderungen vorbehalten.



20 MHz Standard-Oszilloskop

Y: 2 Kanäle, max. Empfindlichkeit 2 mV/cm; Component-Tester.
X: 0,2 s - 20 ns/cm inkl. Dehnung x10. Variable Hold-off-Zeit.
Triggerung DC bis 40 MHz; TV-Sync-Separator; Trigger-LED.

Auch die neueste Version dieses nach wie vor in Europa meistverkauften **Oszilloskops** entspricht in jeder Hinsicht der Forderung nach guter Leistung, verbunden mit einfacher Bedienbarkeit. Besonderes Qualitätsmerkmal ist unter anderem das **exzellente Impulsverhalten** des Meßverstärkers. Vor allem bei der Darstellung von Rechtecksignalen mit geringer Anstiegszeit zeigt sich, daß man die Übertragungsqualität des **HM 203-6** ohne weiteres mit der von teuren Laboroszilloskopen vergleichen kann. Um in jedem Fall bei **Summen-, Differenz- oder Video-Signalen** eine vorzeichen- oder lagerichtige Darstellung zu ermöglichen, sind jetzt **beide Kanäle invertierbar**. Einmalig in dieser Preisklasse ist die Vielzahl der vorhandenen Triggermöglichkeiten. Obwohl nur bis 40 MHz angegeben, triggern normalerweise alle Geräte ab 5 mm Bildhöhe von **DC bis über 60 MHz**. Störende Triggerphasen, wie sie z.B. bei komplizierten Signalgemischen auftreten, können mit Hilfe des „Hold-off“-Reglers unterdrückt werden. Für die einwandfreie Triggerung von TV-Signalen für Zeile und Bild besitzt der **HM 203-6** einen aktiven **TV-Sync-Separator**. Der Triggerzustand der Zeitablenkung wird mittels einer **LED** angezeigt.

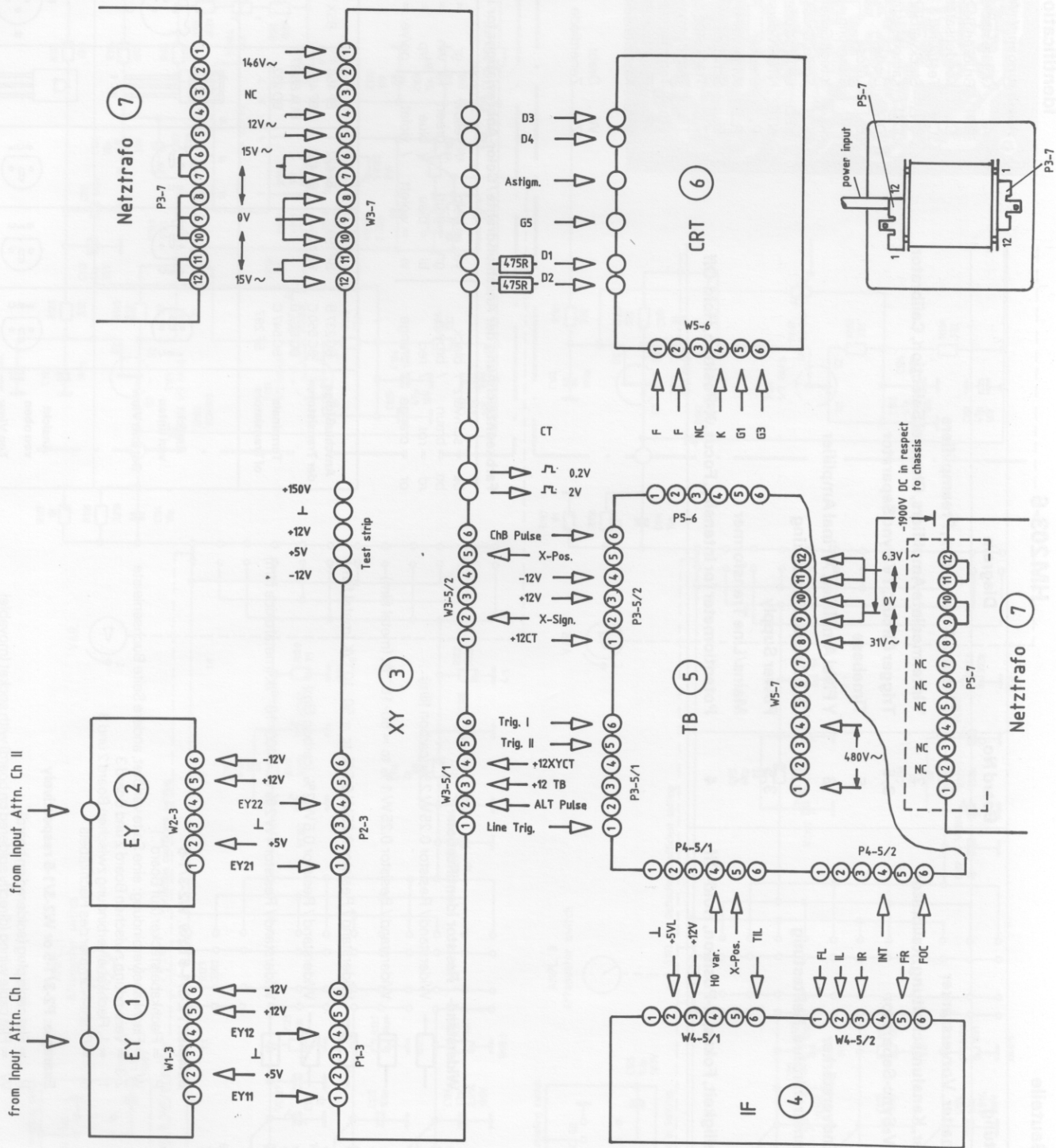
Das 8x10 cm große **Innenraster** der verwendeten Strahlröhre gestattet eine **parallaxfreie Betrachtung** des Schirmbildes auch **aus seitlicher Sicht**. Die horizontale Strahlage ist zur Kompensation des erdmagnetischen Feldes von außen einstellbar.

Besonders für den Service wurde der **HM 203-6** ebenfalls mit dem bewährten **Component-Tester** ausgestattet. Dieser ermöglicht unter anderem den **Test von Halbleitern** direkt in der Schaltung. Test-Spannung und -Strom sind so bemessen, daß normale Halbleiter oder andere Bauteile dabei nicht zerstört werden können. Das Testergebnis wird auf dem Schirm dargestellt.

Der **HM 203-6** wurde für allgemeine Anwendungen in Industrie und Service entwickelt. Die **Vielzahl seiner Betriebsarten**, die klare Gliederung der drei Frontplatten und die einfache Bedienung empfehlen ihn auch für die **Ausbildung von Ingenieuren und Technikern**.

Mitgeliefertes Zubehör

2 umschaltbare Tastköpfe 10:1, 1:1; Abgleichsschlüssel für Tastköpfe u. DC-Balance; Netzkabel, Bedienungsanleitung.



Schaltung	Board No.	Diagram
Y-Eingänge, Teilerschalter, Vorverstärker	1, 2	Y Inputs, Attenuators, Preamplifiers
Y-Zwischenverstärker, Kanalschaltung, Kalibrator	3	Y Intermediate Amplifiers, Channel Selection, Calibrator
Trigger-Schaltung, TV-Sync-Separator	3, 5	Trigger Circuit, TV Sync Separator
Zeitbasis	5	Timebase
Y-Endverstärker, X-Endverstärker	3	Y Final Amplifier, X Final Amplifier
Beschaltung Kathodenstrahlröhre, Helltastung	5, 6	CRT Circuit, Unblanking
Netzteil	3, 5	Power Supply
Netztrafo	7	Mains/Line Transformer
Potentiometer für Helligkeit, Fokus, X-Position, Hold-Off	4	Potentiometer for Intensity, Focus, X-Position, Hold-Off

Abkürzungen / Abbreviations

Al...	Gerätestecker	/ Appliance inlet
BR...	Brückengleichrichter	/ Bridge rectifier
C...	Kondensator	/ Capacitor
ChP...	Testpunkt	/ Check point
CN...	Steckverbinder	/ Connector
CRT...	Kathodenstrahlröhre	/ Cathode-ray tube
D...	Diode	/ Diode
E...	Lötöse	/ Eyelet
F...	Sicherung	/ Fuse
IC...	Integr. Schaltung	/ Integrated Circuit
L...	Spule, Drossel	/ Inductor, Coil
LED...	Leuchtdiode	/ Light emitting diode
NTC...	NTC-Widerstand	/ NTC resistor
P...	Stecker	/ Plug
R...	Widerstand	/ Resistor
S...	Schalter	/ Switch
T...	Transistor	/ Transistor
TR...	Transformator	/ Transformer
VC...	Trimmkondensator	/ Variable capacitor
VR...	Potentiometer	/ Variable resistor
VVC...	Kapazitätsdiode	/ Voltage variable capacitor
W...	Draht	/ Wire
Z...	Zenerdiode	/ Z-Diode

Farb Kennzeichnung der Anschlußdrähte / Color-Abbreviations for insulated wire

bk = schwarz / black	ye = gelb / yellow	gr = grau / grey
bn = braun / brown	gn = grün / green	wh = weiß / white
rd = rot / red	bl = blau / blue	trp = transparent / transparent
or = orange / orange	vi = violett / violet	gn/ye = grün-gelb / green-yellow
		trp = transparent / transparent

XY-Board

P2-3/1

3..

Widerstand- / Resistor identification

- Widerstand / Resistor 0.25W 2% (carbon film)
- Widerstand / Resistor 0.25W 1% tc = 50 · 10⁻⁶/K (metal film)
- Widerstand / Resistor 0.25W 0.5% tc = 50 · 10⁻⁶/K (metal film)
- Widerstand / Resistor 0.5W 2% (carbon film)
- Widerstand / Resistor 4W 2% tc = 400 · 10⁻⁶/K (metal oxide film)

W2-3/1-5

2..

Beispiel: P2-3/1-5 bzw. W2-3/1-5

- P = Flachkabelstecker (auf Board...)
- W = Flachkabelverbindung: eine Seite verlötet, andere Seite Buchsenleiste
- 2-3 = Verbindung zwischen Board 2 und Board 3
- 1 = 1. Flachkabelverbindung zwischen Board 2 und 3
- 5 = Draht-Nummer des Flachkabels

Example: P2-3/1-5 or W2-3/1-5 respectively

- P = Flat cable plug (soldered on board)
- W = Flat cable wiring (directly soldered on board) with socket (movable)
- 2-3 = Connection between Board 2 and Board 3
- 1 = First flat cable connection between Board 2 and 3
- 5 = Serial number of the wire (in the flat cable)

W2-3/1

2..

Example: P2-3/1-5 or W2-3/1-5 respectively

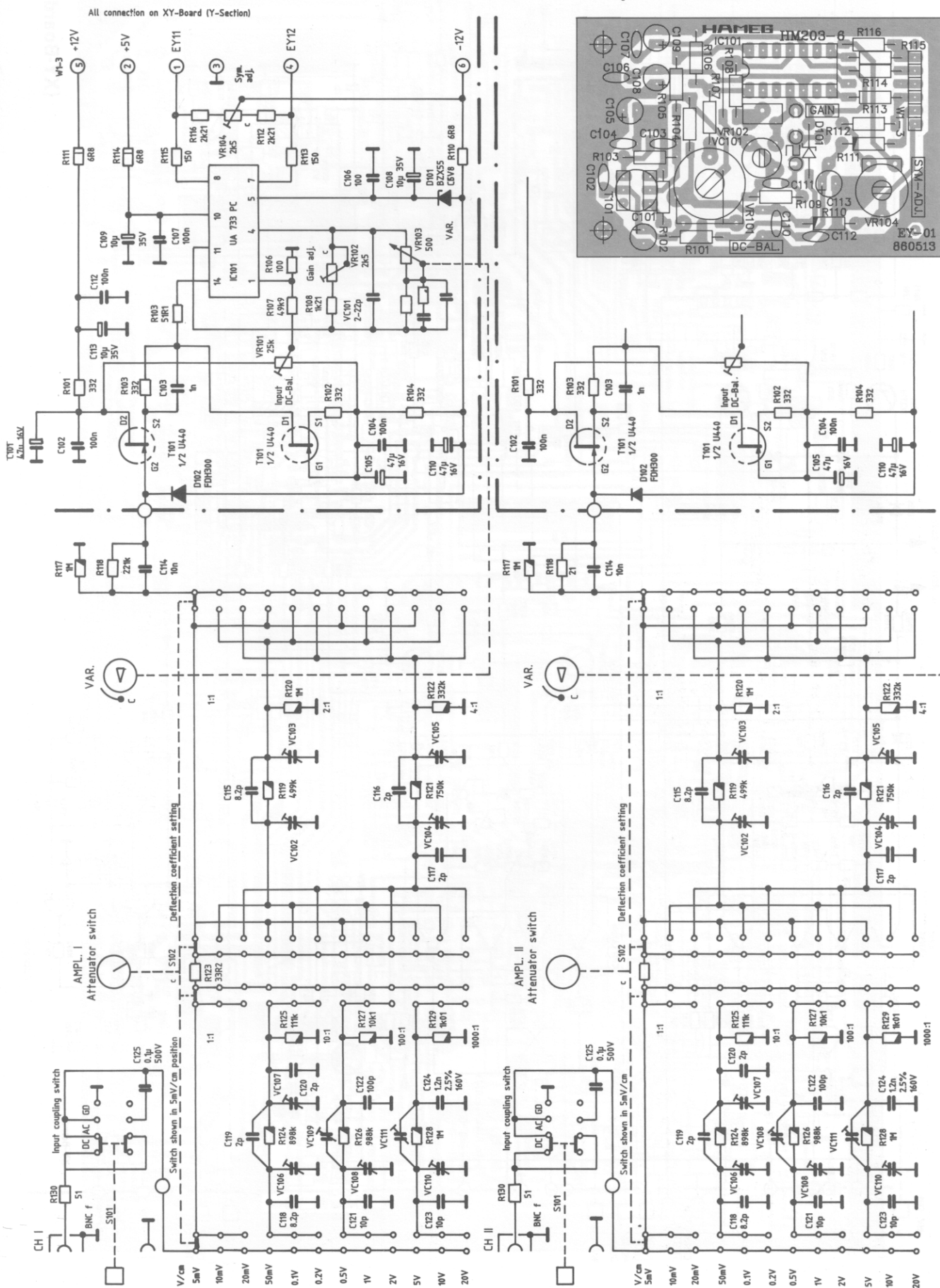
- P = Flachkabelstecker (auf Board...)
- W = Flachkabelverbindung: eine Seite verlötet, andere Seite Buchsenleiste
- 2-3 = Verbindung zwischen Board 2 und Board 3
- 1 = 1. Flachkabelverbindung zwischen Board 2 und 3
- 5 = Draht-Nummer des Flachkabels

Example: P2-3/1-5 or W2-3/1-5 respectively

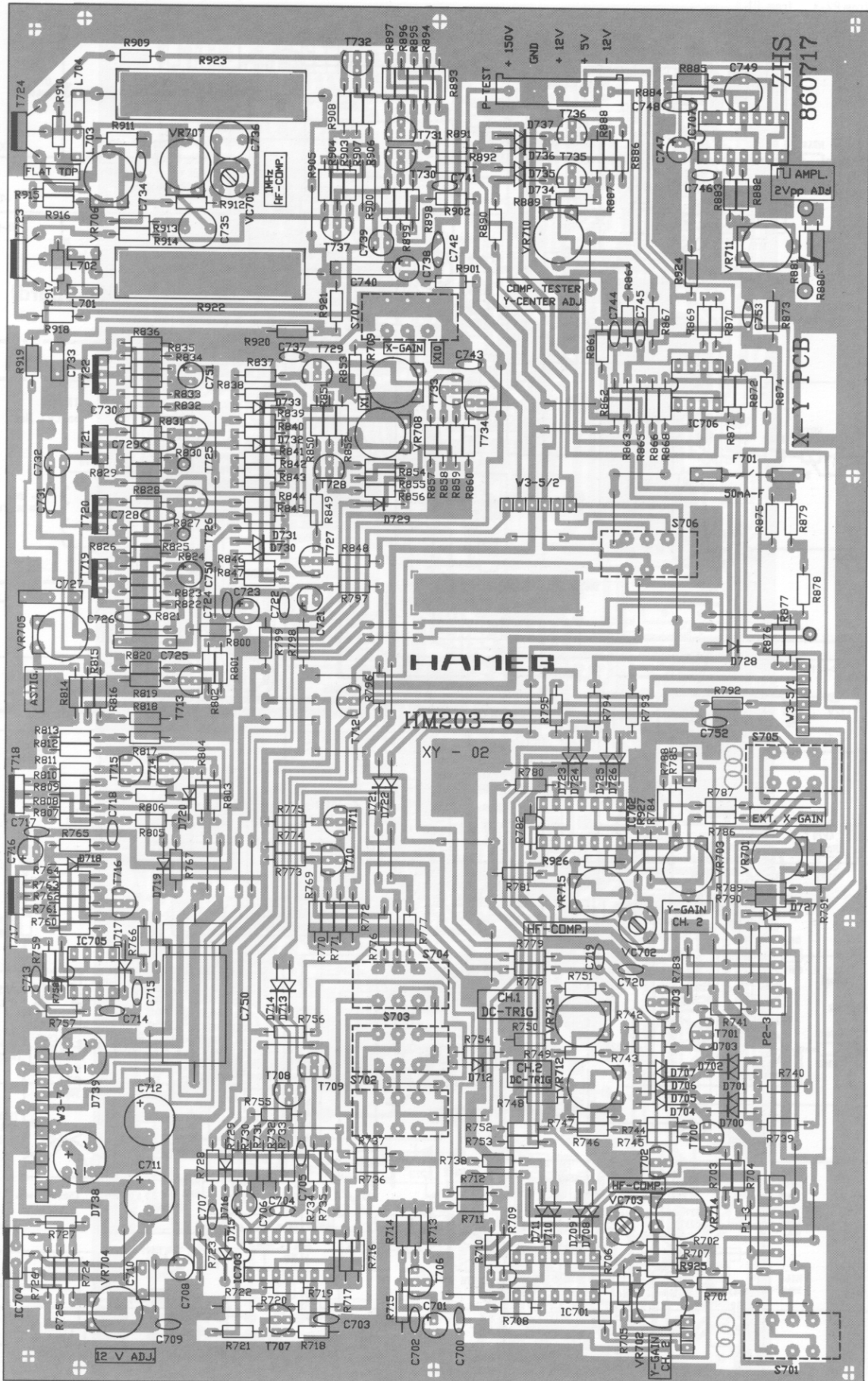
- P = Flat cable plug (soldered on board)
- W = Flat cable wiring (directly soldered on board) with socket (movable)
- 2-3 = Connection between Board 2 and Board 3
- 1 = First flat cable connection between Board 2 and 3
- 5 = Serial number of the wire (in the flat cable)

Anschlußfolge der Transistoren Terminals of Transistors	BC 237 B BC 550 C BC 557 B BC 547 C BF 297	BF 199 BF 440	BF 422 BF 423	BF 458 BF 459 BUX 86/87 BD 232	BSX 19	U 440	78 XXCU
Ansicht von unten Bottom View							
Ansicht von oben Top View							

Bestückungsplan EY-Board Component Locations EY Board

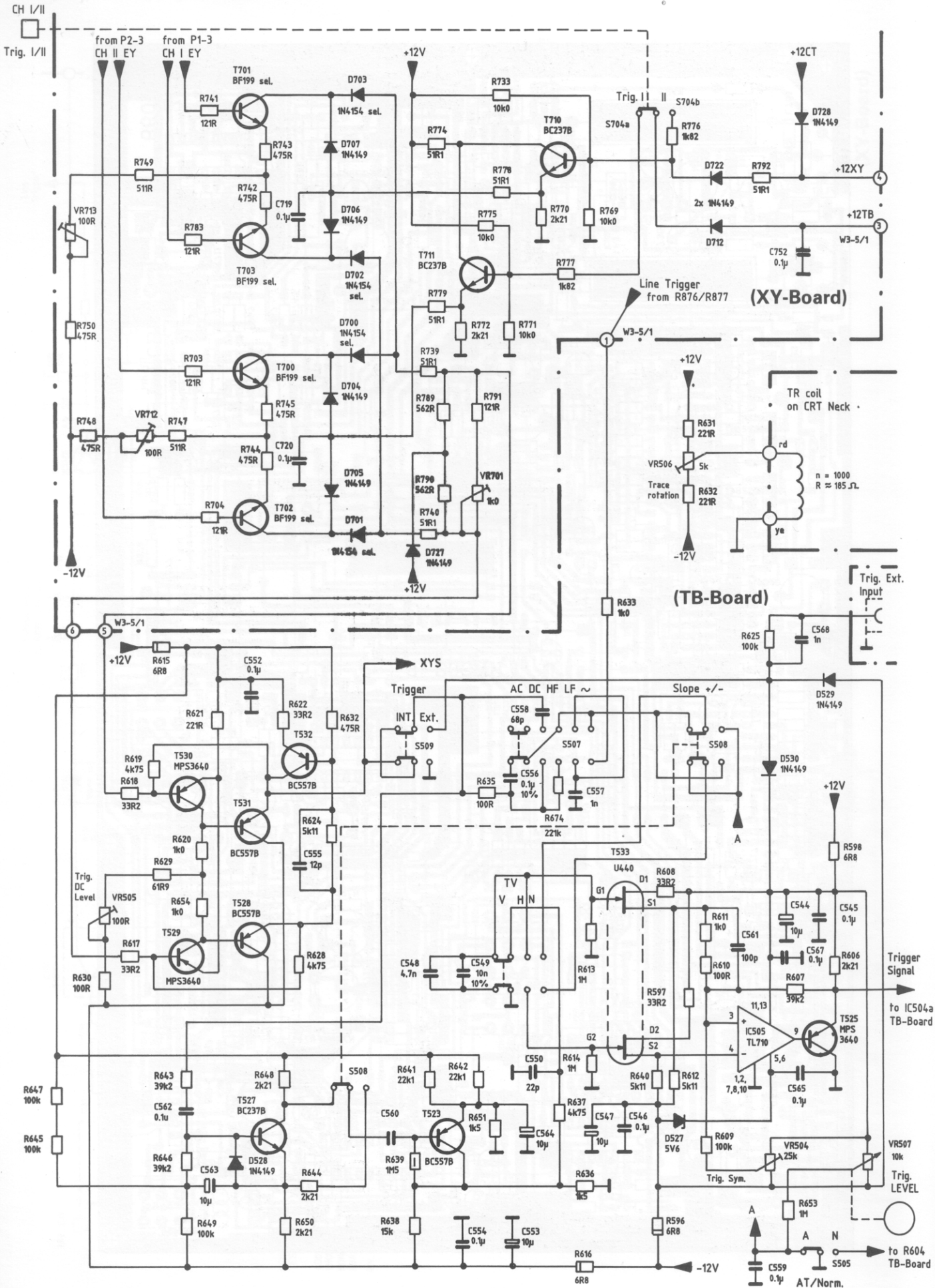


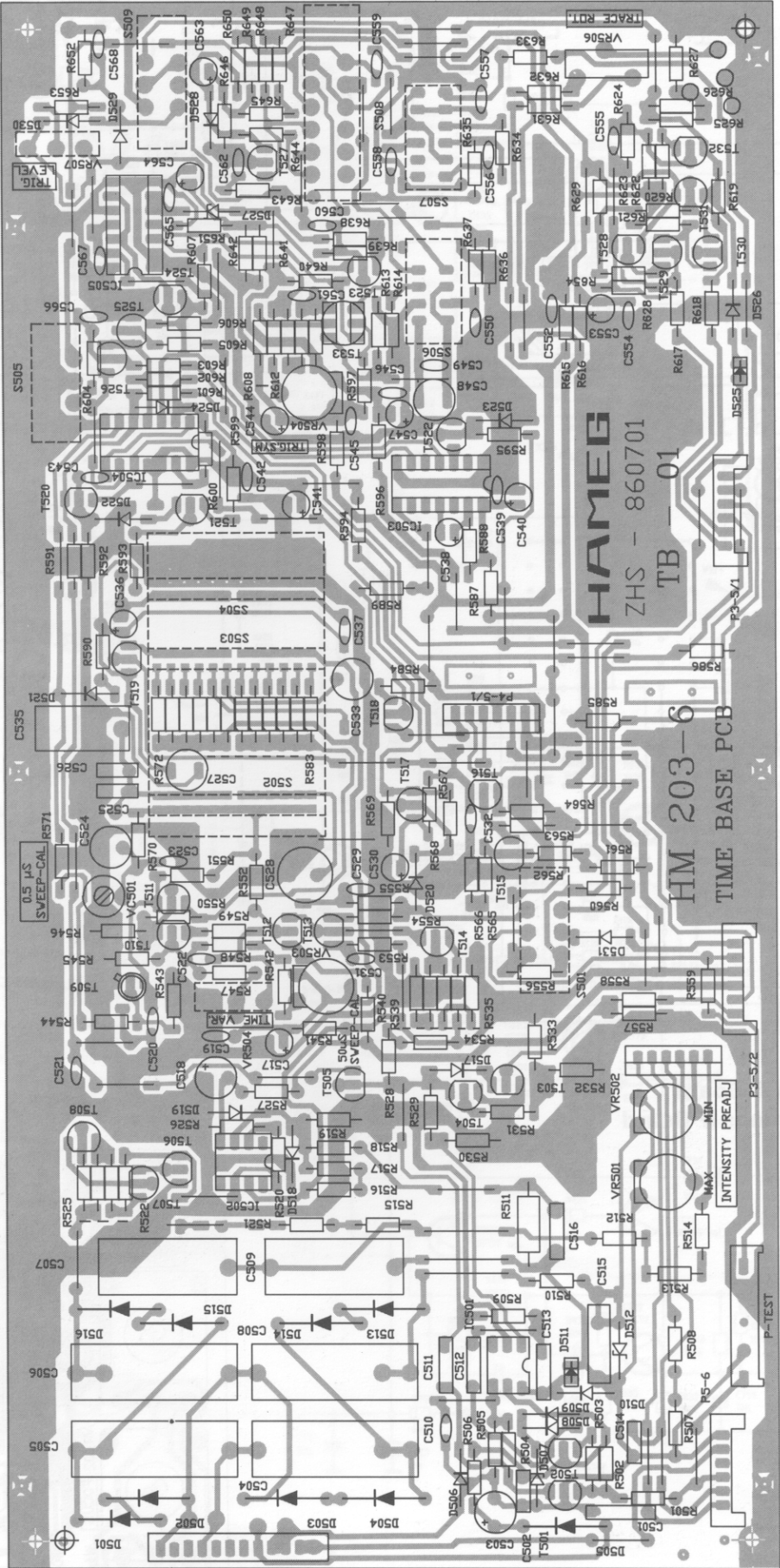


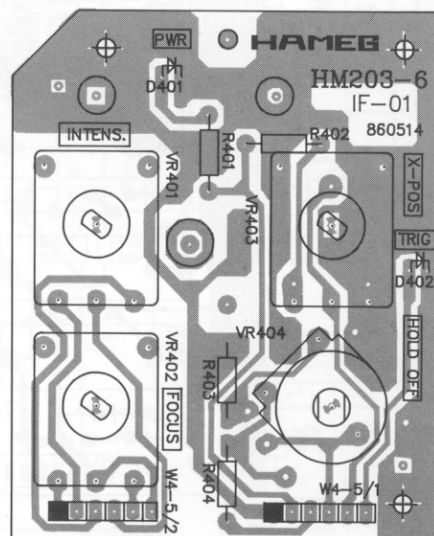


Trigger-Schaltung, TV-Sync-Separator Trigger Circuit, TV Sync Separator

HM203-6

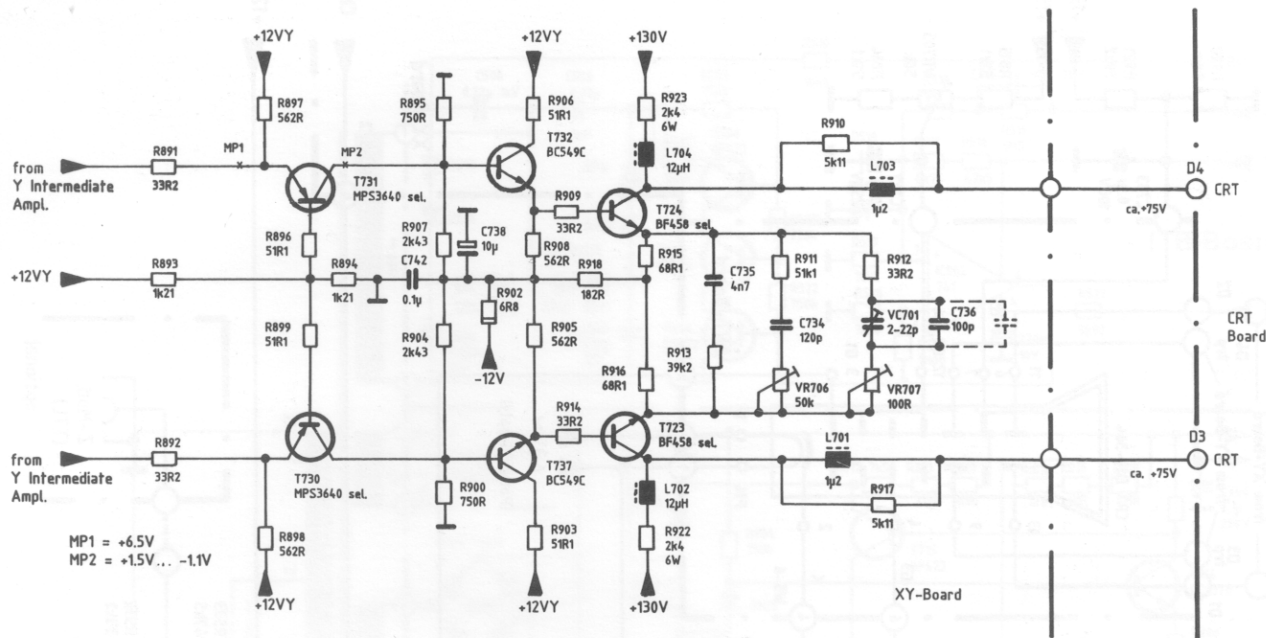






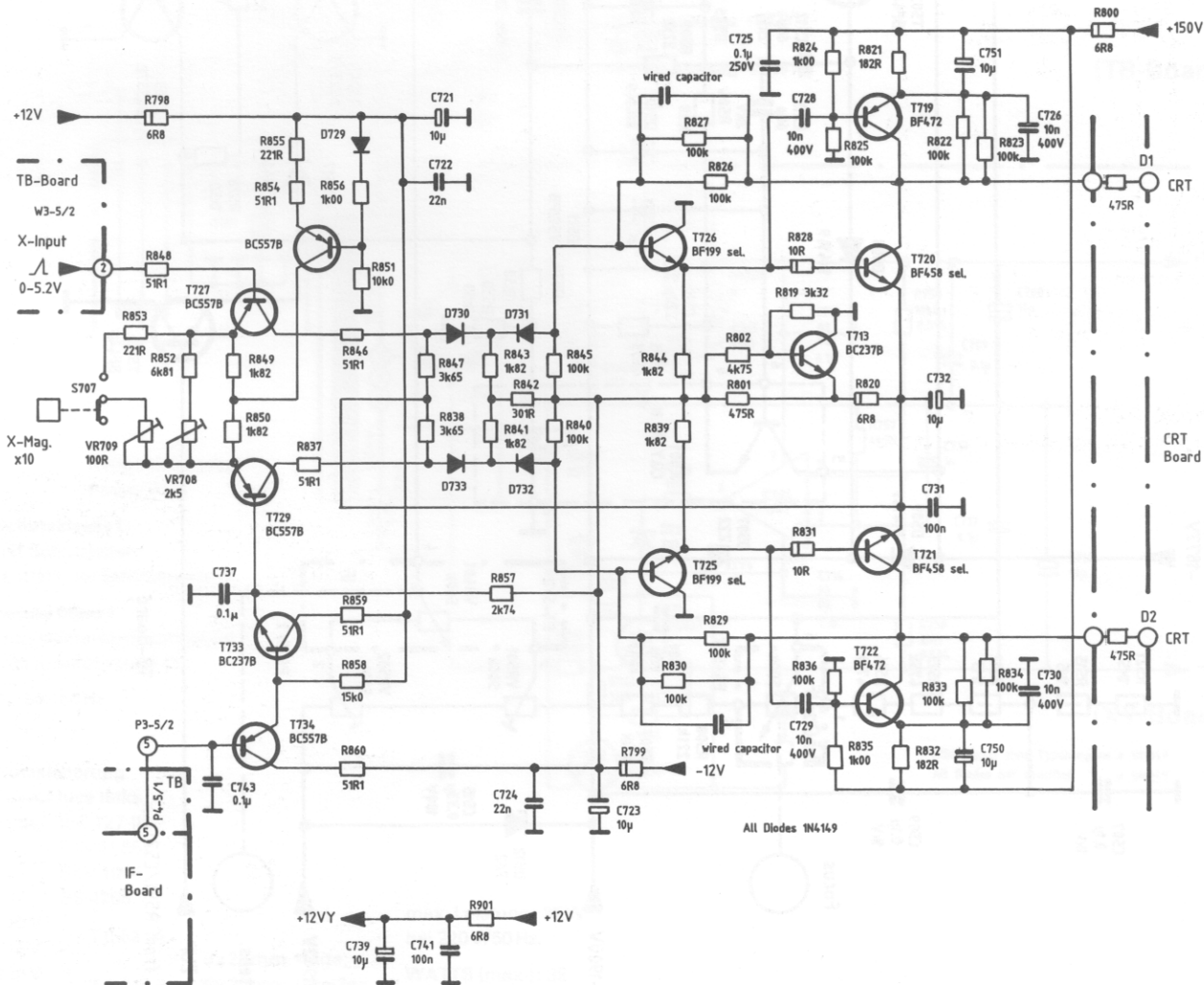
Y-Endverstärker (XY-Board)
Y Final Amplifier

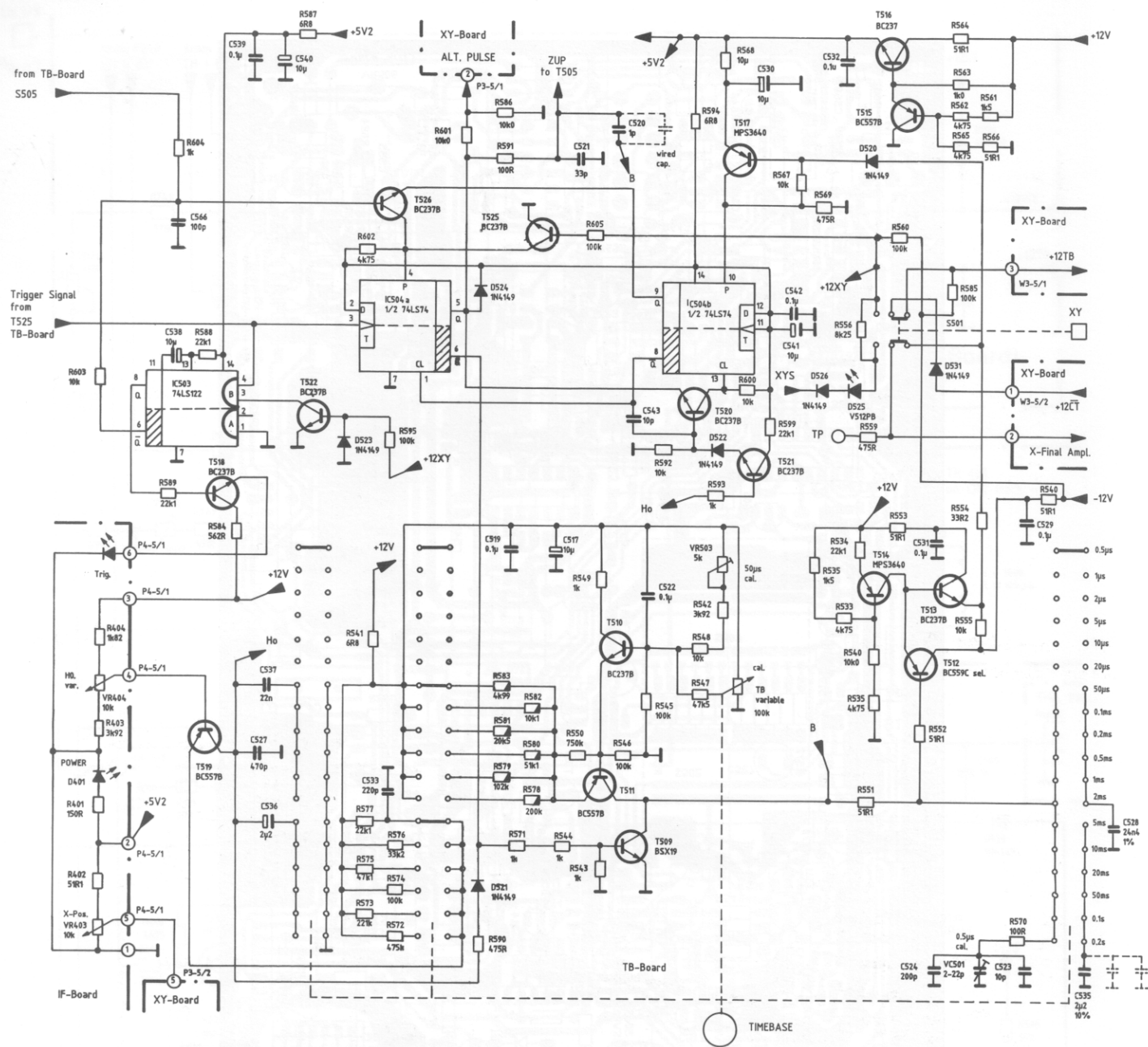
HM203-6



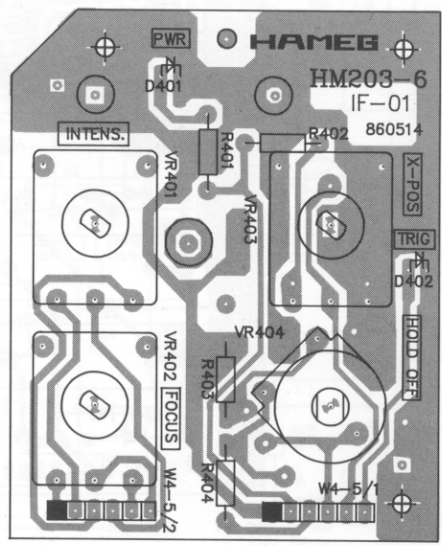
X-Endverstärker (XY-Board)
X Final Amplifier

HM203-6



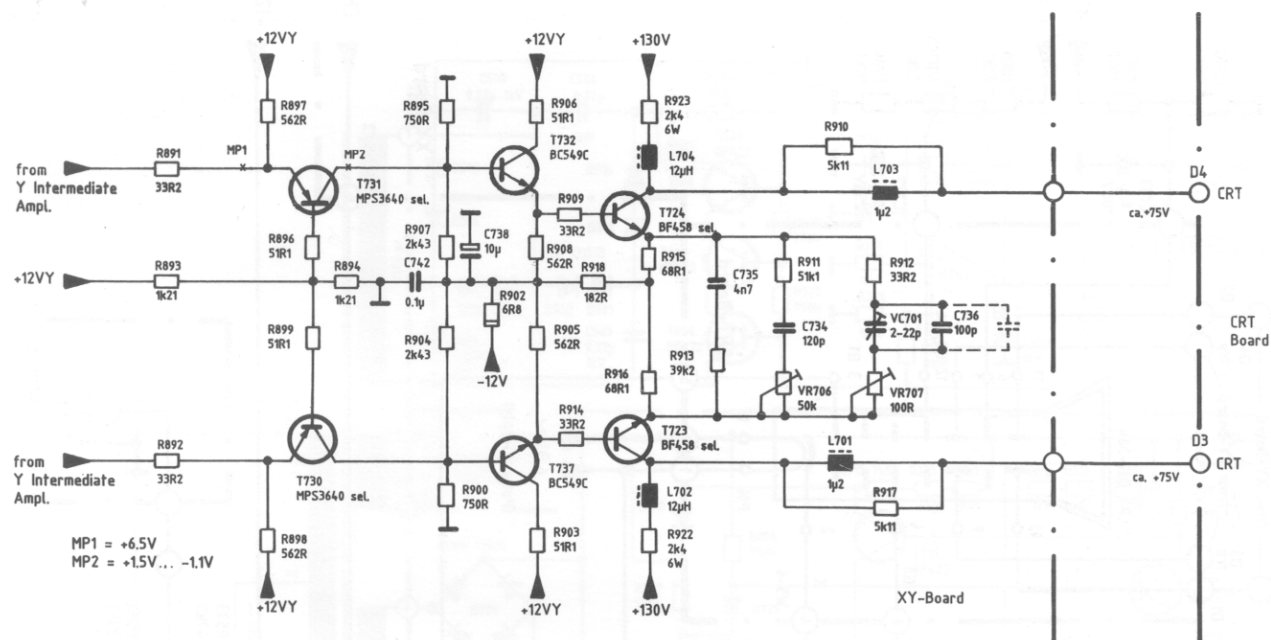


Bestückungsplan IF-Board
Component Locations IF Board



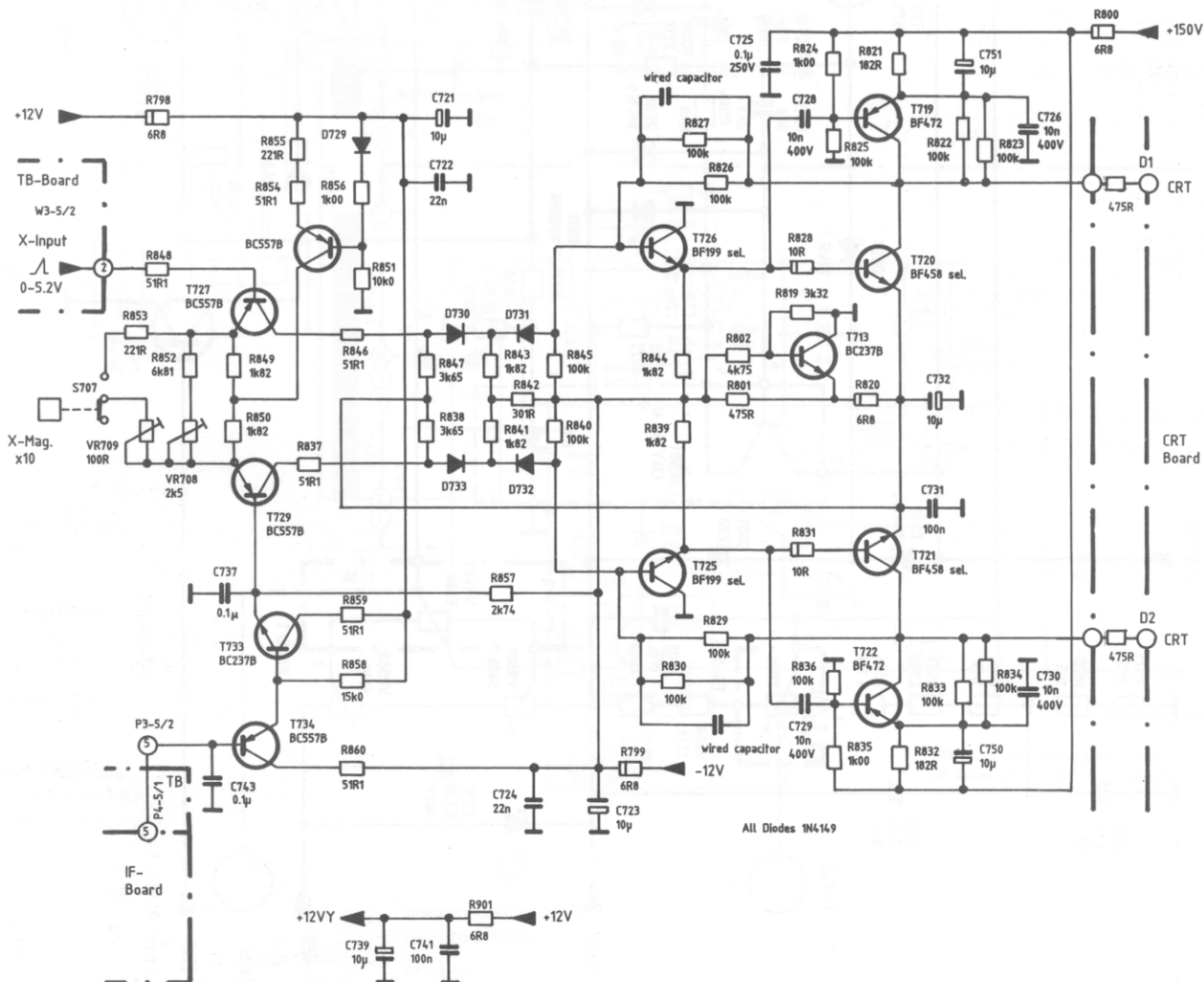
Y-Endverstärker (XY-Board)
Y Final Amplifier

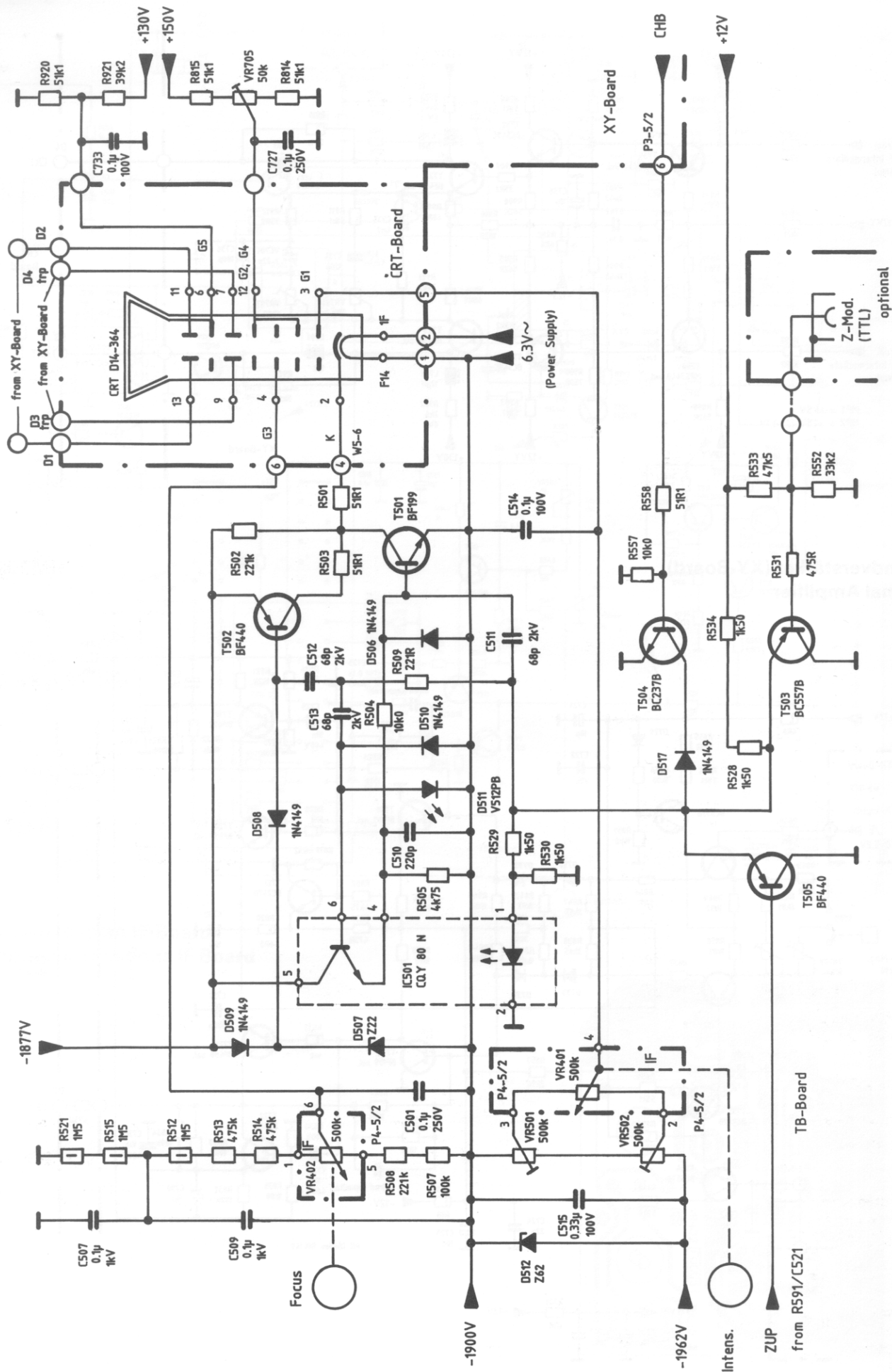
HM203-6

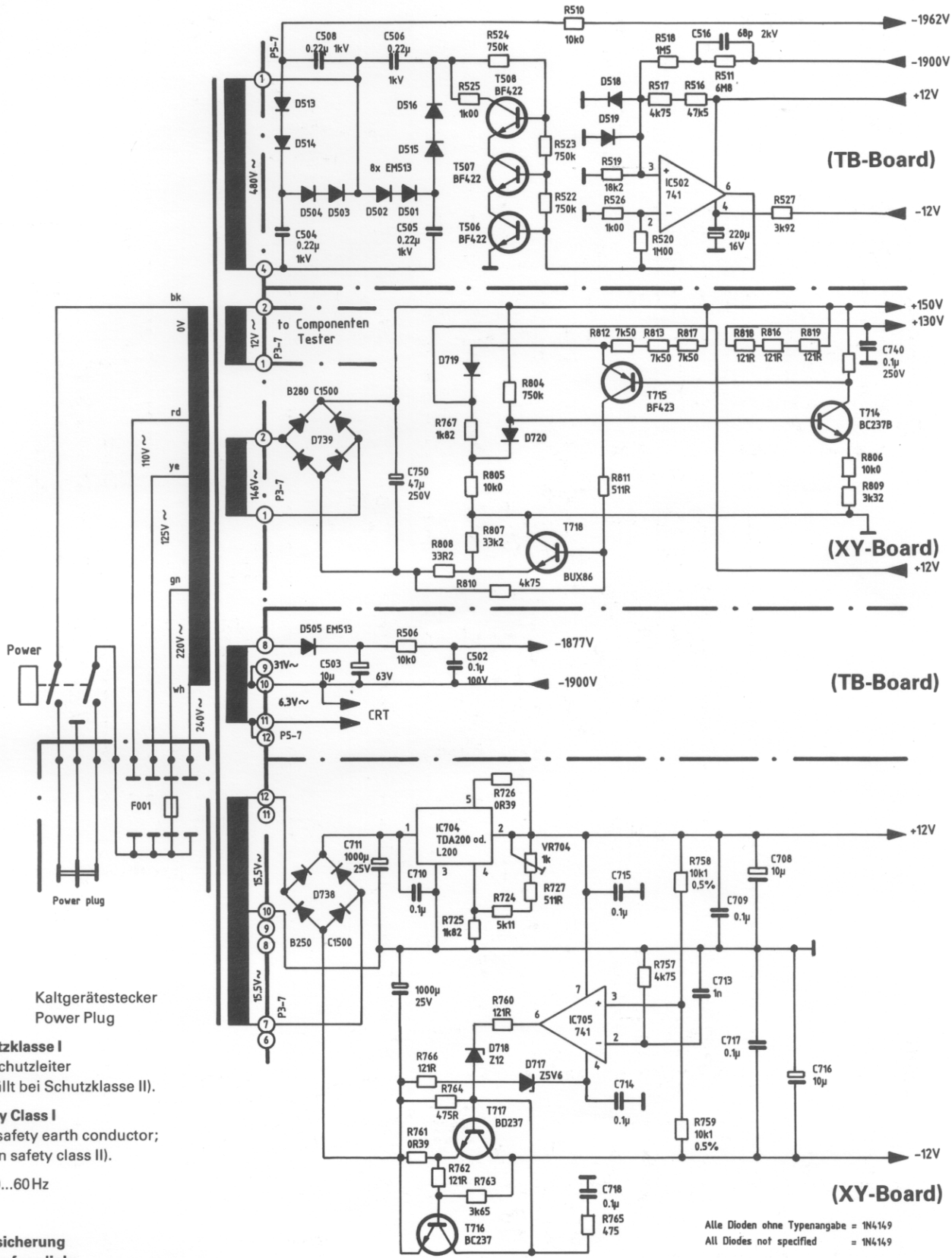


X-Endverstärker (XY-Board)
X Final Amplifier

HM203-6







Schutzklasse I
mit Schutzleiter
(entfällt bei Schutzklasse II).

Safety Class I
with safety earth conductor;
(not in safety class II).

AC 50...60 Hz

Netzsicherung
Power fuse links

Type: IEC 127-III
DIN 41 662
SEV 1064
BS 4265

110V } T 0.63 A
125V }
220V } T 0.315 A
240V }

5x20mm, träge;
5x20mm, time lag.

max. Leistung: 38W
bei 220V/50 Hz.
WATTS (max.): 38
at 220V 50 Hz.

Alle Dioden ohne Typenangabe = 1N4149
All Diodes not specified = 1N4149